

GREENPEACE

POLLUTION DE L'AIR EN AFRIQUE: LES PRINCIPAUX COUPABLES DÉMASQUÉS



REMERCIEMENTS

© malp / Adobe Stock

Nous remercions sincèrement toutes les personnes physiques et morales qui ont joué un rôle crucial dans la rédaction de ce rapport. Leurs précieuses contributions ont considérablement enrichi la qualité et la profondeur de nos conclusions.

1. Contributeurs et auteurs

Nous tenons à remercier les auteurs et contributeurs suivants : Ali Abbas, Sara Ben Abdallah, Aidan Farrow, Hiam Mardini, Igor Glushkov, Jeanette Meyer, Chris NG, Chris Vlavianos, Phatchaploy Vongmahadlek et IQAir.

2. Pairs évaluateurs

Nous remercions chaleureusement les évaluateurs Heba Adel Moh'd Safi du Bureau régional de l'OMS pour la Méditerranée orientale, Mohamed Younes, Expert en politique énergétique et environnementale, et Priyanka deSouza, professeur adjoint au département de planification urbaine et régionale de l'université du Colorado à Denver, qui nous ont fait part de leurs commentaires perspicaces et de leurs critiques constructives au cours du processus d'évaluation, contribuant ainsi à l'amélioration du rapport.

Nous remercions les relecteurs internes Ling Chun Yeung, Julien Jreissati, Melita Steele, Daniel Simons, Luchelle Feukeng et Mbong Akiy Fokwa Tsafack pour leur soutien et leurs conseils opportuns qui ont contribué à l'élaboration du rapport.

3. Contributeurs créatifs

Conception : Joanie Scheepers, Scharp Digital, Roland Salem et Elin Atallah

Traduction française : Zenaida Martin

Traduction en arabe : Ahmad Hammoud

4. Notre public

Enfin et surtout, nous exprimons notre gratitude aux lecteurs, aux parties prenantes et à l'ensemble de la communauté pour l'intérêt qu'ils ont porté à nos recherches et pour leur engagement à faire progresser nos objectifs communs.

Vos contributions collectives ont joué un rôle déterminant dans l'élaboration de ce rapport, et nous vous sommes profondément reconnaissants de votre engagement dans la recherche de la connaissance et du changement positif.

Greenpeace Moyen Orient et Afrique du Nord

GREENPEACE
غرينبيس

Greenpeace Afrique

GREENPEACE 
AFRICA

© Rendra Hernawan / Greenpeace



POLLUTION
WILL EAT YOU
ALIVE!

La pollution te
dévorerà vivant

Résumé Analytique

Ce rapport étudie les principales sources de pollution atmosphérique d'origine humaine en Afrique, en particulier celles associées aux principaux secteurs industriels et économiques et à l'industrie des combustibles fossiles. Ces émetteurs disposent souvent d'un pouvoir considérable et, en réduisant leurs émissions, ils pourraient apporter des avantages réels aux communautés concernées. Ce rapport se concentre sur les plus grands pollueurs de l'air qui ont également le pouvoir d'améliorer rapidement la qualité de l'air.

La pollution de l'air a des conséquences considérables sur la santé publique en Afrique. Ce rapport identifie les principaux pollueurs et les sources de pollution de l'air sur le continent. Il souligne la nécessité de disposer d'énergies propres et renouvelables, de ne plus dépendre des combustibles fossiles et de la combustion pour l'énergie et de mieux réglementer la qualité de l'air et les émissions. Ces mesures sont essentielles au bien-être des populations vivant en Afrique et à la réduction des injustices environnementales.

© Shayne Robinson / Greenpeace

Ces mesures sont essentielles au bien-être des populations vivant en Afrique et à la réduction des injustices environnementales.



En Afrique, la pollution atmosphérique dépasse souvent les niveaux recommandés par l'Organisation Mondiale de la Santé, ce qui constitue un risque pour la santé publique. La mauvaise qualité de l'air est l'un des principaux facteurs de risque de décès en Afrique. Cependant, dans de nombreuses régions d'Afrique, les résultats de la surveillance de la pollution de l'air sont peu ou pas accessibles au public. C'est pourquoi le présent rapport examine les données relatives aux émissions afin d'étudier la pollution de l'air en Afrique et de mettre en évidence les principaux pollueurs.

Les ensembles de données satellitaires et les bases de données sur les émissions peuvent révéler les polluants atmosphériques qui contribuent aux problèmes de qualité de l'air en Afrique, notamment les émissions d'oxydes d'azote, de dioxyde de soufre, de composés organiques volatils non méthaniques et de particules, y compris le carbone noir. Ces polluants sont souvent étroitement liés aux secteurs responsables d'une combustion importante de combustibles et contribuent tous à la pollution de l'air par les particules fines.

Dans ce rapport, les observations satellitaires récemment publiées sont examinées afin d'identifier les principaux points chauds de l'Afrique en matière d'émissions de dioxyde d'azote et de dioxyde de soufre. Les bases de données mondiales et régionales sur les émissions sont interrogées afin de replacer ces points chauds dans leur contexte et de suggérer quels secteurs et industries sont les plus polluants dans les différentes régions d'Afrique.

Principales conclusions :

Un grand nombre des points chauds d'émission identifiés s'alignent sur des centrales thermiques, des cimenteries, des fonderies de métaux, des zones industrielles ou des zones urbaines.

Six des dix plus grands points chauds d'émission de dioxyde d'azote au monde identifiés dans cette analyse se trouvent en Afrique, tous en Afrique du Sud.

Les dix plus grandes sources ponctuelles de dioxyde d'azote identifiées en Afrique sont toutes des centrales thermiques, dont neuf se trouvent en Afrique du Sud, la dixième étant les centrales électriques d'Azito et de Vridi CIPREL (Compagnie Ivoirienne de Production d'Électricité) en Côte d'Ivoire .

Deux des dix plus grands points chauds d'émission de dioxyde de soufre au monde identifiés dans cette analyse se trouvaient en Afrique, là encore, il s'agit de l'Afrique du Sud.

Sur les dix plus grandes sources ponctuelles de dioxyde de soufre identifiées en Afrique, neuf sont des centrales thermiques et une est liée à un complexe de fonderie au Mali. Quatre de ces centrales sont situées



en Afrique du Sud, deux au Maroc et en Égypte, et une au Zimbabwe.

En Afrique du Nord, les données sur les émissions suggèrent que le secteur contribuant le plus aux émissions de dioxyde d'azote, de composés organiques volatils et de dioxyde de soufre est le secteur de l'énergie. La combustion de combustibles à la maison émet le plus de carbone noir.

En Afrique de l'Ouest, le secteur contribuant le plus aux émissions de dioxyde d'azote et de carbone noir est la combustion résidentielle. Le secteur de l'énergie émet le plus de composés organiques volatils et de dioxyde de soufre, et ces émissions sont étroitement liées aux infrastructures pétrolières et gazières au Nigeria.

En Afrique de l'Est, le secteur contribuant le plus aux émissions de dioxyde d'azote et de carbone noir est la combustion résidentielle, tandis que le secteur de l'énergie émet le plus de composés organiques volatils et que l'industrie contribue le plus aux émissions de dioxyde de soufre.

En Afrique centrale, le secteur contribuant le plus aux émissions de dioxyde d'azote, de composés organiques volatils et de carbone noir est la combustion résidentielle. L'industrie contribue le plus aux émissions de dioxyde de soufre. La mauvaise qualité de l'air dans cette région a été attribuée à la combustion des déchets, à l'exploitation minière et aux pratiques industrielles telles que le traitement des minerais et la fabrication de ciment.

En Afrique australe, le secteur contribuant le plus aux émissions de dioxyde d'azote, de composés organiques volatils et de dioxyde de soufre est le secteur de l'énergie, tandis que la combustion résidentielle contribue le plus aux émissions de carbone noir. Le charbon contribue très largement à la pollution par les particules fines. La combustion des déchets est, tant dans les résidences que dans les décharges, un facteur important contribuant aux émissions de carbone noir.

La pollution de l'air extérieur en Afrique devrait s'aggraver si des mesures ne sont pas prises rapidement. La croissance économique, la croissance démographique, l'urbanisation sauvage et l'absence de réglementation environnementale pourraient exacerber les effets sur l'environnement et la santé humaine. Selon les projections du Programme des Nations unies pour l'environnement, le nombre annuel de décès prématurés liés à la pollution de l'air extérieur passera de 930 000 en 2030 à 1,6 million en 2063 (PNUE, 2022). Des réglementations environnementales, notamment des réglementations efficaces en matière de qualité de l'air et d'émissions, ainsi qu'un accès nettement amélioré à des énergies propres et renouvelables, contribueraient à réduire les inégalités et à favoriser le bien-être des populations vivant en Afrique.

Selon les projections du Programme des Nations unies pour l'environnement, le nombre annuel de décès prématurés liés à la pollution de l'air extérieur passera de 930 000 en 2030 à 1,6 million en 2063.

Des solutions efficaces aux problèmes de qualité de l'air en Afrique existent déjà. Le rapport met en lumière plusieurs études de cas :

- Le travail des groupes de justice environnementale qui ont utilisé leurs droits constitutionnels pour améliorer la gestion de la qualité de l'air à Mpumalanga, en Afrique du Sud,
- Les "Solar Mamas" du Malawi et Kobani, une entreprise du Burundi, qui apportent l'énergie solaire aux communautés dépourvues de réseau électrique,

- De jeunes citoyens qui adoptent les nouvelles technologies pour surveiller la qualité de leur air,
- La recherche communautaire au Kenya et au Maroc utilisée pour demander des comptes aux pollueurs, et
- Des protestations et des actions en justice pour empêcher le déversement et l'incinération de déchets en Tunisie.

Ce rapport propose neuf mesures que les gouvernements et les législateurs doivent prendre pour lutter contre les émissions de polluants atmosphériques, en particulier celles des grandes puissances industrielles et de l'industrie des combustibles fossiles, afin d'améliorer la qualité de l'air en Afrique :

- 1** Promulguer des lois globales pour la gestion de la qualité de l'air ambiant et établir des normes nationales de qualité de l'air dans le but de parvenir à une amélioration continue et à une qualité de l'air alignée sur les lignes directrices de l'OMS fondées sur la science.
- 2** Accélérer la mise en place de réseaux de surveillance de la qualité de l'air et renforcer les réseaux existants afin d'améliorer les estimations de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique nocive. Les communautés les plus vulnérables devraient être prioritaires. Ces réseaux doivent permettre un accès transparent et rapide aux données, avec des données exprimées en unités physiques non ambiguës, dans des lieux connus, avec une bonne résolution temporelle et un accès public direct en ligne.
- 3** Surveiller et déclarer les émissions de polluants atmosphériques provenant d'installations responsables d'une pollution atmosphérique importante et élaborer des Registres des rejets et transferts de polluants (R RTP) accessibles au public et vérifiés de manière indépendante.
- 4** Améliorer l'accès à l'énergie propre et renouvelable pour la cuisson des aliments en prenant des mesures politiques plus énergiques en faveur des familles dans le besoin. Les gouvernements devraient promouvoir des solutions de cuisson propres, renouvelables et abordables grâce à des politiques fondées sur des données probantes qui évitent les combustibles fossiles et solides, répondent aux besoins culturels, sociaux et sexospécifiques locaux et sont soutenues par des fonds adéquats.
- 5** Prendre d'urgence des mesures pour réduire la dépendance à l'égard du charbon, du pétrole et du gaz et opérer une transition équitable vers les énergies renouvelables, dans l'intérêt des



populations et du climat. Pendant la transition vers un système entièrement renouvelable, des mesures urgentes sont nécessaires pour garantir que la qualité des carburants utilisés en Afrique réponde aux meilleures normes environnementales internationales, notamment en ce qui concerne la teneur en soufre.

- 6** La région de Mpumalanga en Afrique du Sud se distingue au niveau mondial par ses émissions de polluants atmosphériques. Le gouvernement sud-africain devrait mettre en œuvre de toute urgence et sans réserve le plan de gestion de la qualité de l'air de la zone prioritaire du Highveld, en confirmant le jugement de la Haute Cour de Pretoria dans le cadre du litige "Deadly Air". Les dérogations liées aux réglementations déjà faibles en matière de pollution de l'air dans cette région ne doivent pas être envisagées, et les centrales électriques au charbon qui arrivent en fin de vie doivent être mises hors service.
- 7** Prendre des mesures urgentes pour mettre fin à la production de pétrole et de gaz, au torchage et à l'utilisation de combustibles fossiles pour la production d'énergie, et pour parvenir à des émissions nettes nulles d'ici à 2050.
- 8** Prendre des mesures plus énergiques pour réduire la production de déchets, interdire l'incinération des déchets, mettre fin au colonialisme des déchets et permettre l'accès à des moyens efficaces de gestion des déchets.
- 9** Pour les gouvernements nationaux africains, en collaboration avec la communauté internationale et le Nord : investir dans des projets énergétiques durables et respectueux du climat tout en éliminant progressivement les industries à fortes émissions et nuisibles à l'environnement qui ont un impact négatif sur la santé publique et le climat.



© Ruth Sacco / Greenpeace

© Quality Stock Arts / Adobe Stock

9

TABLE DES MATIÈRES

Résumé analytique	4
Introduction	11
La qualité de l'air en Afrique	12
Le poids sanitaire de la pollution de l'air	16
Quelles sont les principales sources de pollution atmosphérique en Afrique ?	22
Données satellitaires	24
Dioxyde d'azote	25
Dioxyde de soufre	28
Inventaires des émissions	36
Fiches d'information régionales	42
Afrique du Nord	42
Afrique de l'Ouest	44
Afrique de l'Est	47
Afrique centrale	50
Afrique australe	51
Conclusions	53
Glossaire	59
Références	62
Annexe 1. Données par pays	66

INTRODUCTION

La pollution de l'air, en particulier la pollution par les particules fines (PM), est le deuxième facteur de risque de décès après la malnutrition en Afrique subsaharienne, et le premier facteur de risque environnemental de décès en Afrique du Nord, représentant un risque plus important que l'eau insalubre, le manque d'assainissement et d'hygiène (Murray et al. 2020).

Des rapports récents ont mis en évidence à la fois une exposition dangereuse à la pollution et une vaste charge de morbidité sur l'ensemble du continent (exemple, IQAir 2023, HEI 2022, PNUE 2022, OMS 2023 a,b). Ces impacts sont aggravés par les injustices et les disparités en matière d'exposition à la pollution, de surveillance de la pollution et de recherche.

Motivé par la volonté d'accélérer l'action sur les causes profondes de ces injustices, ce travail se concentre sur la nature et la localisation des principales sources de pollution de l'air en Afrique, en donnant la priorité aux sources de pollution à l'échelle industrielle, en particulier la pollution par les combustibles fossiles. Le rapport pose la question suivante : "Quelles sont les principales sources de pollution de l'air en Afrique ?" Il se concentre sur les principales sources de pollution d'origine humaine, les grandes puissances industrielles et l'industrie des combustibles fossiles,

tout en reconnaissant ceux qui font déjà la différence et améliorent la qualité de l'air.

Ce rapport examine les émissions d'oxydes d'azote (NO₂ et autres oxydes d'azote appelés collectivement NOx), de dioxyde de soufre (SO₂), de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) et de particules, y compris le carbone noir (BC). Ces polluants sont souvent étroitement liés aux secteurs responsables d'une combustion importante de combustibles. Ces polluants contribuent tous à la production de particules "secondaires", les particules fines (PM_{2,5}), qui constituent l'un des principaux facteurs de risque de décès en Afrique. Une fois émis dans l'air, l'exposition à chacun de ces polluants peut être directement nocive pour la santé.

Une fois émis dans l'air, l'exposition à chacun de ces polluants peut être directement nocive pour la santé.

Qualité de l'air en Afrique

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a publié des lignes directrices et des objectifs provisoires pour les concentrations de polluants ([tableau 1](#)).

Tableau 1: Lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air pour certains polluants (OMS 2021)

Polluant	2021 Durée moyenne	2021 Objectifs intermédiaires				Lignes directrices
		1	2	3	4	
PM _{2,5} (µg/m ³)	Annuel	35	25	15	10	5
	24-hr (99 th %ile)	75	50	37.5	25	15
NO ₂ (µg/m ³)	Annuel	40	30	20	-	10
	24-hr (99 th %ile)	120	50	-	-	25
SO ₂ (µg/m ³)	24-hr (99 th %ile)	125	50	-	-	40

Les lignes directrices s'appuient sur les preuves d'effets néfastes sur la santé que l'on trouve dans la littérature scientifique et sont fixées de telle sorte qu'une pollution supérieure à ce niveau constituerait un risque important pour la santé publique. Les objectifs intermédiaires sont conçus pour encourager les villes, les régions et les pays présentant des niveaux élevés de pollution atmosphérique à progresser vers un air plus propre.

Les concentrations moyennes de $PM_{2,5}$ dans l'air ambiant en Afrique dépassent souvent les directives de l'OMS (IQAir 2023). L'OMS publie chaque année un rapport sur les lieux qui respectent ou non ses directives. Le rapport 2023, qui utilise les données les plus récentes de la période 2010-2019, révèle que seuls 3 % des établissements, villes et agglomérations évalués dans la région africaine ont une qualité de l'air suffisamment bonne pour respecter la recommandation moyenne annuelle pour les particules. Aucune localité, ville ou village n'était en dessous de cette ligne directrice dans la région de la **Méditerranée orientale**¹. (les $PM_{2,5}$ sont évaluées sauf lorsque seules les données sur les PM_{10} sont disponibles). Dans les régions de l'Afrique et de la Méditerranée orientale, 0 % et 2 % des localités, villes ou agglomérations étaient en dessous de la recommandation annuelle pour le NO_2 (OMS 2023a).

Malgré le risque pour la santé publique, la qualité de l'air n'est pas suffisamment surveillée en Afrique.

La base de données 2023 de l'OMS sur la qualité de l'air ambiant comprend des données de surveillance du NO_2 , des $PM_{2,5}$ et des PM_{10} recueillies à partir de rapports et de sites web gouvernementaux, de réseaux de surveillance régionaux, de l'Agence européenne pour l'environnement, d'ambassades américaines et d'ouvrages scientifiques entre 2010 et 2020. Les données provenant de ces sources ne sont disponibles que pour 14 pays d'Afrique continentale (OMS 2023b). Le rapport mondial sur la qualité de l'air 2022 de l'IQAir inclut en outre des moniteurs exploités de manière indépendante, avec 311 moniteurs de $PM_{2,5}$ en Afrique disponibles pour alimenter leur rapport en données. Ceux-ci étaient situés dans seulement 19 des 54 pays d'Afrique (IQAir 2023, **Figure 1**).

Il est difficile de préciser quel niveau de surveillance de la pollution de l'air serait suffisant pour chaque pays africain. À titre d'exemple, dans chaque pays de l'UE, il est nécessaire de mettre en place une surveillance capable de détecter toutes les infractions aux normes de qualité de l'air à l'échelle nationale, et de faire rapport dans les six mois (Larssen et Otto Hagen 1996). Une couverture aussi large peut permettre d'identifier des domaines d'action importants et de réduire le nombre de communautés, en particulier les communautés marginalisées ou vulnérables, qui sont négligées.

¹La région de la Méditerranée orientale de l'OMS comprend Djibouti, l'Égypte, la Libye, le Maroc, la Somalie, le Soudan, la Tunisie et le Yémen.

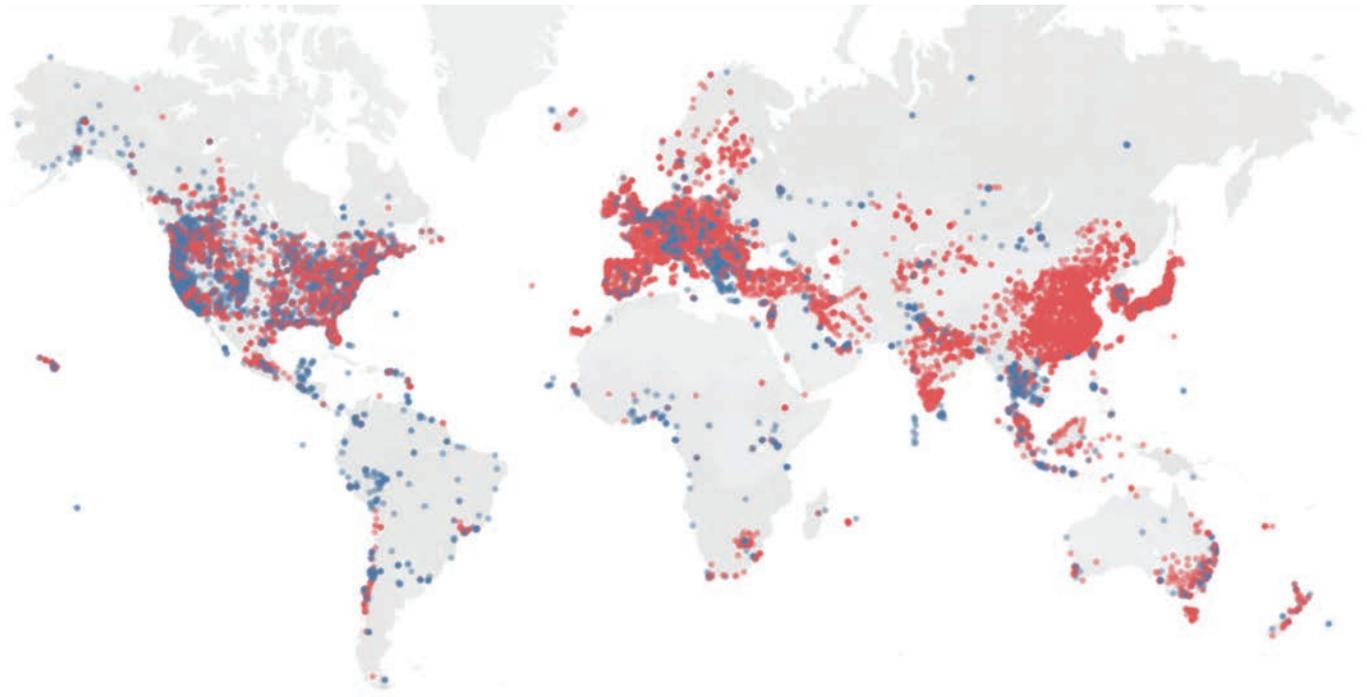


Figure 1. Illustration de la répartition mondiale des stations de surveillance de la qualité de l'air pour les $PM_{2,5}$. Les stations représentées sont celles incluses par l'IQAIR dans son rapport sur la qualité de l'air dans le monde en 2022. Les stations de surveillance indépendantes sont représentées par des marqueurs bleus. Les stations gouvernementales sont représentées par des marqueurs rouges. Figure reproduite avec l'aimable autorisation d'IQAIR (IQAIR 2023) Greenpeace est une organisation politiquement indépendante et ne prend pas parti dans les conflits territoriaux. Les limites sur les cartes reflètent les exigences légales et/ou la source de données utilisée.

Le suivi extensif n'est pas seulement entrepris dans les pays du Nord. Par exemple, des réseaux sont exploités en Colombie (Farrow et al 2021) et certaines régions d'Afrique disposent de réseaux de surveillance.

Le système sud-africain d'information sur la qualité de l'air² fournit des données sur les grandes villes et certaines zones industrielles.

Actuellement, les réseaux nationaux de surveillance constituent la principale base de la collecte de données sur la qualité de l'air. Le meilleur moyen de combler rapidement les lacunes en matière de données concernant de larges populations pourrait être de développer des systèmes intégrant différents types d'équipements de surveillance, y compris des capteurs peu coûteux, des observations par satellite et des instruments de qualité pour la recherche (Martin et al 2019). Ces réseaux doivent fournir un accès transparent et rapide aux données, avec des données rapportées dans des unités physiques non ambiguës, à des endroits connus, avec une bonne résolution temporelle et un accès public direct en ligne (Sawant et al 2022).

²SAAQIS. Système d'information sur la qualité de l'air en Afrique du Sud.
<https://saaqis.environment.gov.za/>



Les normes de qualité de l'air sont un mécanisme politique important qui permet de réduire la pollution atmosphérique et d'améliorer la santé (HEI 2022). En Afrique, la plupart des pays ne disposent pas de normes nationales de qualité de l'air. Selon la première évaluation mondiale de la législation sur la pollution de l'air (GAAPL) du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (Misonne et Eloise 2021) et un examen des normes de qualité de l'air dans les pays de la Méditerranée orientale (Faridi et al 2023), seuls 19 des 54 pays africains membres des Nations Unies disposent d'une législation contenant des normes de qualité de l'air ambiant. Ces pays sont l'Afrique du Sud, l'Algérie, le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, l'Égypte, l'Eswatini, la Gambie, le Ghana, le Kenya, le Maroc, Maurice, le Mozambique, le Nigeria, le Rwanda, le Sénégal, le Soudan, la Tunisie et la Tanzanie (**Figure 2**).



Figure 2. Pays disposant d'instruments législatifs contenant des normes de qualité de l'air ambiant. (Misonne et Eloise 2021, Faridi et al 2023) Greenpeace est une organisation politiquement indépendante et ne prend pas parti dans les conflits territoriaux. Les limites sur les cartes reflètent les exigences légales et/ou la source de données utilisée.

Le fardeau sanitaire de la pollution de l'air

Peu d'études sur l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique ont été menées en Afrique par rapport à d'autres zones géographiques ; l'analyse de la littérature académique suggère qu'il n'y a pas eu d'études épidémiologiques évaluant l'exposition à long terme à la pollution atmosphérique par les particules et la mortalité pour les populations africaines (Greenstone et Hasenkopf 2023). Cette analyse a identifié 24 études de ce type pour les populations d'Asie, et 60 en Europe, aux États-Unis et au Canada.

Cependant, en utilisant des données épidémiologiques provenant d'autres régions, ainsi que des données démographiques africaines et des données sur la qualité de l'air, il est possible d'estimer la charge de morbidité due à la pollution de l'air en Afrique.

Cette analyse suggère que l'exposition à la pollution atmosphérique est le deuxième facteur de risque de décès en Afrique (HEI 2022) et que si les directives de l'Organisation Mondiale de la Santé étaient respectées, des gains significatifs en termes d'espérance de vie pourraient être réalisés (**Figure 3**).

En Afrique centrale, orientale, australe, occidentale et septentrionale, l'augmentation de l'espérance de vie aurait été respectivement de 2,9 ans (République démocratique du Congo), 2,7 ans (Rwanda), 1,8 an (Lesotho), 1,8 an (Nigeria) ou 1,3 an (Égypte) si les lignes directrices de l'OMS avaient été respectées en 2021 (Greenstone et Hasenkopf 2023).

Les estimations du nombre de décès prématurés pouvant être attribués à la pollution de l'air varient en fonction des polluants pris en compte, des sources de pollution incluses et des décisions méthodologiques prises par les auteurs. En 2022, le Health Effects Institute a indiqué que la pollution de l'air avait contribué à environ 1,1 million de décès en Afrique, 63 % d'entre eux étant liés à l'exposition à la pollution de l'air domestique (HEI, 2022). Farrow et al. (2020) ont estimé à 89 000³ le nombre de décès en Afrique dus aux NO₂, O₃ et PM_{2,5} liés aux combustibles fossiles en 2019, tandis que Leliveld et al.



**L'exposition
à la pollution
atmosphérique
est le deuxième
facteur de risque
de décès en
Afrique.**

³Intervalle de confiance à 95 % : 131 000 à 58 000

Country level gain in life expectancy if WHO PM_{2.5} Guideline is met (AQLI)

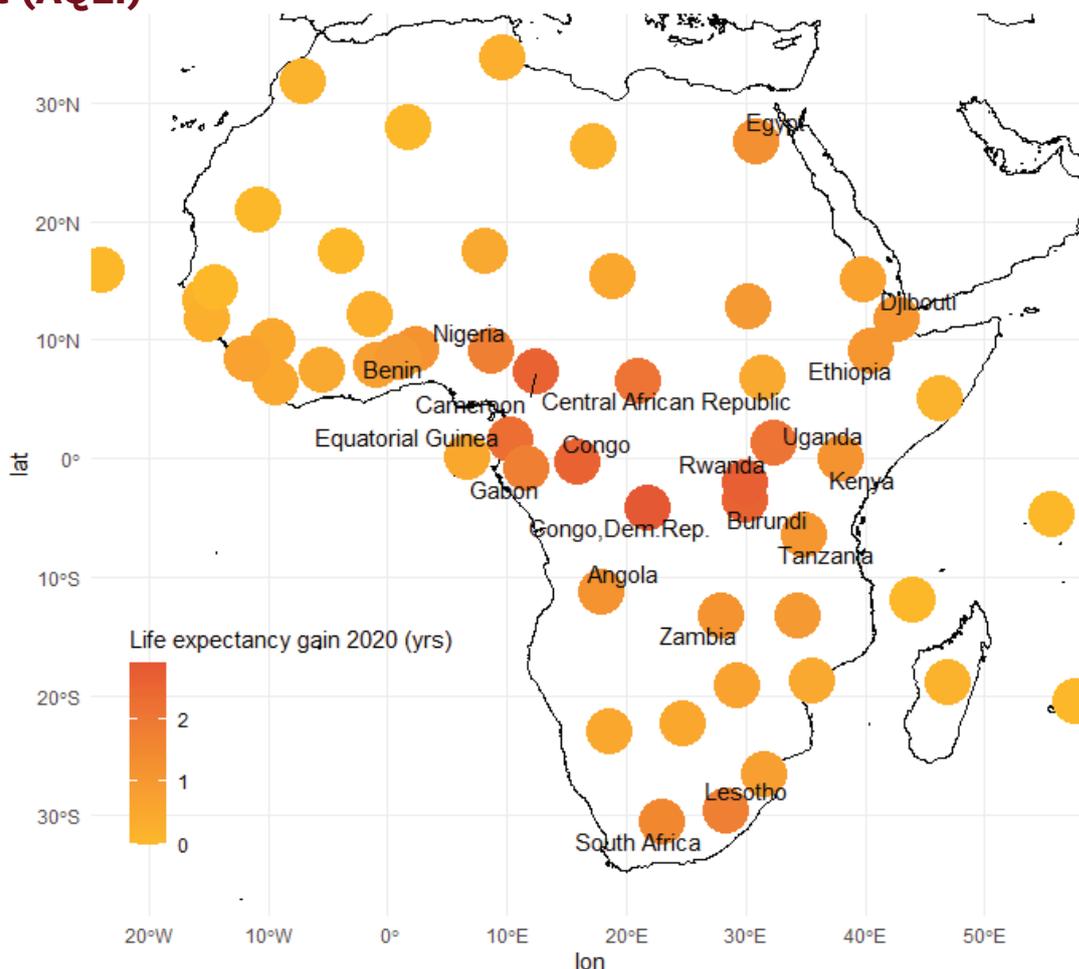


Figure 3. Gain d'espérance de vie que l'on pourrait attendre si les lignes directrices de l'OMS avaient été respectées en 2021 (Greenstone et Hasenkopf 2023)

(2019) ont estimé à 956 000⁴ et 67 000⁵ respectivement la mortalité en 2015 due à l'exposition à l'ensemble des PM_{2.5} et à l'exposition aux PM_{2.5} liée aux combustibles fossiles. Une analyse de Vohra et al. (2021) a utilisé une approche tenant compte de la toxicité variable des différents types de particules. Ces travaux ont estimé à 194 000⁶ le nombre de décès prématurés en Afrique dus aux PM_{2.5} provenant des combustibles fossiles en 2012.

Le large éventail d'estimations est dû au manque de données épidémiologiques dans les endroits où les concentrations de PM_{2.5} sont très élevées (> 50 µg m⁻³) ; l'incertitude augmente parce que les estimations de la mortalité doivent être extrapolées à partir d'études qui ont examiné des concentrations de polluants plus faibles. Les estimations de la mortalité au niveau des pays issues de ces études sont présentées dans la **figure 4** et les **figures A1-A2** de l'annexe.

⁴Intervalle de confiance à 95 % : 1 145 000 à 751 000

⁵Intervalle de confiance à 95 % : 79 000 à 54 000

⁶Intervalle de confiance à 95 % : 457 000 à -237 000

Jeunes et technologie portable : Comblent les lacunes en matière de données et plaident en faveur d'un air pur



Crédits d'image : Twitter/ X @UrbanBetter

Il existe un manque important de données sur la qualité de l'air en Afrique, de nombreuses villes africaines ne disposant pas d'informations complètes sur la qualité de l'air. En réponse à ce problème urgent, la campagne Cityzens for Clean Air, qui fait partie de l'initiative UrbanBetter Cityzens, s'est lancée dans la collecte de données sur la qualité de l'air et l'identification des sources de pollution locales.

La campagne a exploité le potentiel des capteurs portables, en tirant parti de la technologie pour combler le déficit de données. Grâce à une application mobile sur mesure, les scientifiques citoyens ont participé en capturant des données multimédias - photos, audio, vidéo et texte - ainsi que des données de géolocalisation.

L'engagement actif de jeunes âgés de 18 à 35 ans dans trois grandes villes africaines était au cœur de l'initiative : Le Cap, Accra et Lagos. Adoptant une approche de science citoyenne, ces jeunes ont été désignés comme "Run Leaders". Ils se sont vus attribuer des itinéraires de course spécifiques, organisés de manière à englober diverses zones socio-économiques au sein des villes. Entre juillet et septembre 2022, ces "scientifiques citoyens" se sont engagés sur des parcours de 5 à 10 km. Accompagnés de plus de 200 autres coureurs, ils ont collectivement couvert un terrain considérable.

L'aboutissement de leurs efforts a été présenté lors de la COP27 en Égypte, à travers diverses sessions dans les pavillons de la jeunesse et de la santé.

RÉFÉRENCES :

Fonds pour l'air pur, adresse web, consulté le 15 octobre 2023

Urban Better, adresse web, consulté le 15 octobre 2023

Cityzens.urbanbetter.science, Adresse web, consulté le 15 octobre 2023

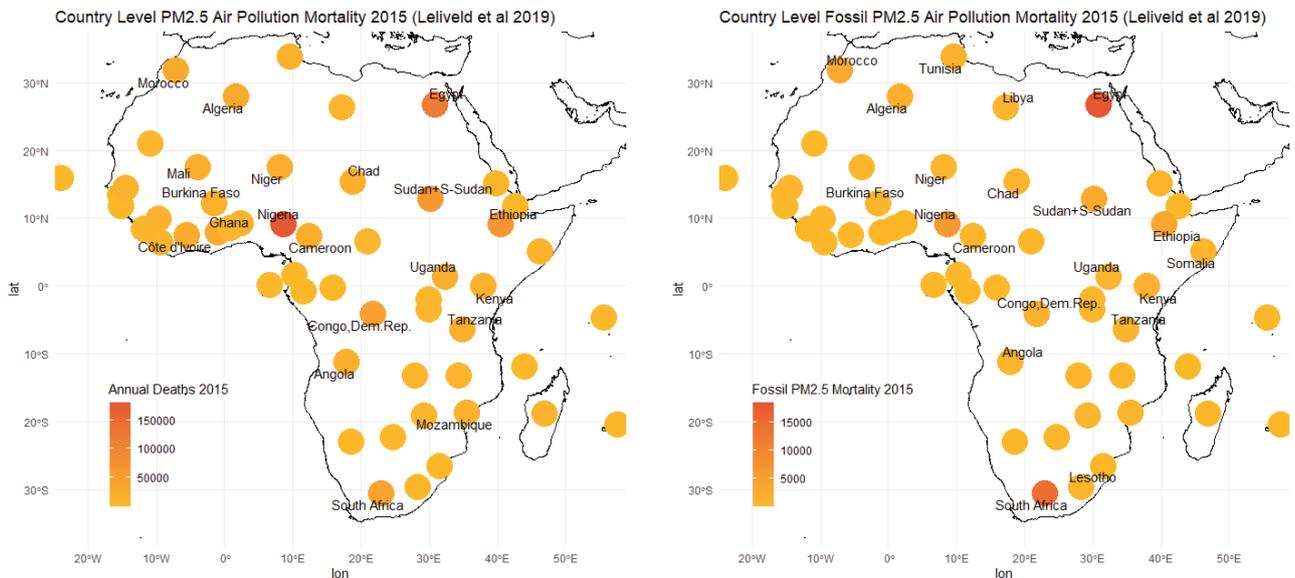


Figure 4: Estimation de la mortalité au niveau national attribuable à la pollution par les PM_{2,5} (à gauche) et à la pollution par les PM_{2,5} provenant des combustibles fossiles (à droite) pour 2015 (Leliveld et al 2019)

Bien que ces évaluations varient en ampleur, toutes s'accordent à dire qu'un **grand nombre de décès prématurés surviennent chaque année en Afrique en raison de l'exposition à la pollution de l'air. L'Égypte, le Nigeria et l'Afrique du Sud présentent une charge de morbidité importante**, y compris lorsque seules les sources de combustibles fossiles sont prises en compte dans plusieurs études (Leliveld et al 2019, Vohra et al 2021). Après ajustement en fonction de la population du pays, les États d'Afrique du Nord, l'Afrique du Sud et ses voisins affichent les taux de mortalité liés à la pollution atmosphérique due aux combustibles fossiles les plus élevés (**figure 5**). Les estimations de la charge de morbidité dans les régions où la poussière emportée par le vent est un polluant important, comme en Afrique subsaharienne occidentale, pourraient être trop élevées. La poussière soulevée par le vent est potentiellement moins toxique que d'autres sources (Lin et al. 2019 ; Meng et al. 2019 ; Agence américaine de protection de l'environnement 2019 ; OMS 2013).

Un grand nombre de décès prématurés surviennent chaque année en Afrique en raison de l'exposition à la pollution de l'air. L'Égypte, le Nigeria et l'Afrique du Sud présentent une charge de morbidité importante.

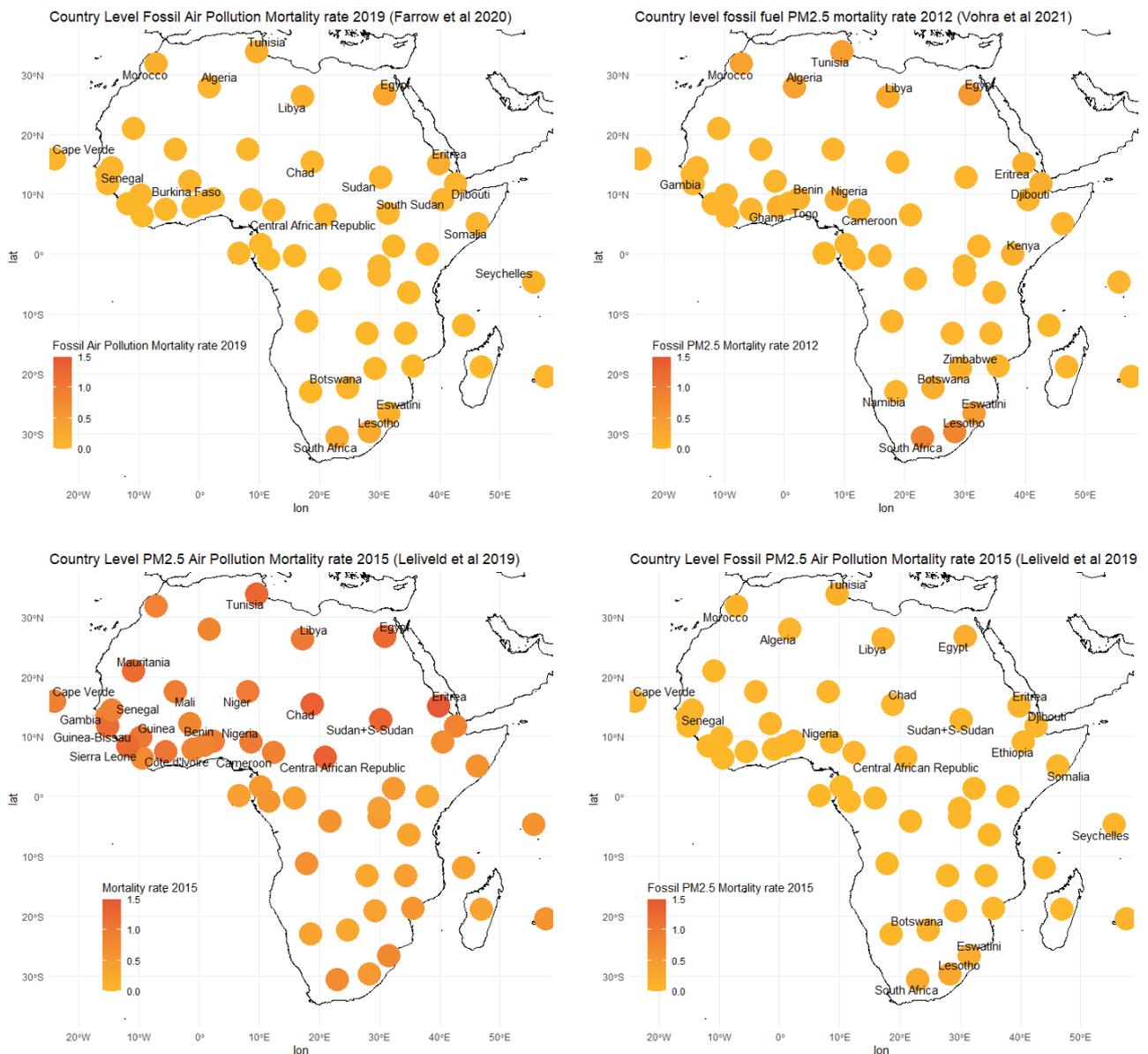


Figure 5: Estimation des taux de mortalité pour 1 000 habitants au niveau national pour le NO₂, l’ozone et les PM_{2,5} provenant de combustibles fossiles en 2019 (en haut à gauche, Farrow et al 2020), attribuables à la pollution par les PM_{2,5} provenant de combustibles fossiles en 2012 en utilisant des fonctions de réponse à la concentration mises à jour (en haut à droite, Vohra et al 2021) et en 2015 pour l’exposition totale (en bas à gauche) et aux PM_{2,5} provenant de combustibles fossiles (en bas à droite) (Leliveld et al 2019).

La pollution de l’air extérieur en Afrique devrait s’aggraver si des interventions rapides ne sont pas mises en place. Selon les projections du Programme des Nations Unies pour l’Environnement, le nombre annuel de décès prématurés liés à la pollution de l’air extérieur passera de 930 000 en 2030 à 1,6 million en 2063 (PNUE, 2022). La croissance économique, la croissance démographique, l’urbanisation sauvage et l’absence de réglementation environnementale pourraient exacerber les effets sur l’environnement et la santé humaine. Les réglementations environnementales, notamment en matière de qualité de l’air et d’émissions, ainsi qu’un meilleur accès à des énergies propres et renouvelables, pourraient contribuer à réduire les inégalités et à améliorer le bien-être des populations vivant en Afrique.

Pollution de l'air par les ménages

Ce rapport étudie les principales sources de pollution d'origine humaine et les principales industries polluantes en Afrique. Il se concentre sur les problèmes de qualité de l'air posés par les grandes puissances industrielles et l'industrie des combustibles fossiles. Cependant, un type important de pollution de l'air en Afrique, responsable d'impacts sur la santé, est celui généré par les ménages.

Une grande partie des ménages utilisent des combustibles solides pour la cuisine : 95 % en Afrique de l'Est, 83 % en Afrique de l'Ouest, 77 % en Afrique centrale, 32 % en Afrique australe et 13 % en Afrique du Nord. Ces proportions sont en baisse, mais le nombre de personnes exposées aux émissions de combustibles solides dans leur foyer continue d'augmenter dans certains pays (HEI 2022). La quantité totale de biocarburants brûlés dans les habitations a augmenté dans les pays d'Afrique de l'Est, de l'Ouest, du Sud et du Centre. Il s'agit désormais de la principale source d'émissions de particules carbonées, de CO et de COVM (Keita et al 2021).

La combustion de charbon, de bois, de fumier, de résidus agricoles et de kérosène, entre autres combustibles, dans les habitations, pourrait être à l'origine de 63 % des décès attribuables à la qualité de l'air en Afrique chaque année. Malheureusement, ce sont les nouveau-nés et les enfants de moins de cinq ans qui sont souvent les plus vulnérables à la pollution de l'air domestique, en partie à cause du temps qu'ils passent à la maison (HEI 2022). Les personnes âgées sont également vulnérables aux pires effets de la pollution de l'air à l'intérieur des habitations, et elles ont souvent la charge d'enfants qui les obligent à rester à la maison.

La plupart des familles n'ont pas accès à une énergie propre et renouvelable pour cuisiner. Des actions politiques plus fortes sont nécessaires pour permettre aux familles dans le besoin d'accéder à des combustibles propres. Les gouvernements devraient promouvoir des solutions de cuisson propres, renouvelables et abordables à l'aide de politiques fondées sur des données probantes qui répondent aux besoins culturels, sociaux et sexospécifiques locaux et qui sont soutenues par des fonds adéquats (ONU, 2018).

En fin de compte, l'accès à une électricité abordable, propre et décentralisée et la souveraineté énergétique contribueraient grandement à réduire la dépendance des ménages à l'égard des combustibles fossiles et solides.

QUELLES SONT LES PRINCIPALES SOURCES DE POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE EN AFRIQUE ?

En Afrique du Sud, la production d'énergie contribue à elle seule à 23 % de la charge de PM_{2,5}.

Les sources de pollution atmosphérique en Afrique présentent de nombreux points communs avec le reste du monde, mais il existe d'importantes différences à l'échelle continentale, nationale et locale en ce qui concerne les types de sources et la contribution de chacune d'entre elles.

Par exemple, l'Institut des effets sur la santé a rapporté en 2022 que la contribution des biocarburants solides à la pollution particulaire est faible en Afrique du Nord par rapport à l'Afrique au sud du Sahara. En Afrique australe, l'utilisation de combustibles fossiles contribue pour une part relativement importante aux particules fines, à hauteur de 40 %. En Afrique du Sud, la production d'énergie contribue à elle seule à 23 % de la charge de PM_{2,5}.

Les principales sources de pollution en Afrique peuvent être naturelles, anthropiques ou combinées. Les sources d'origine humaine comprennent la combustion de combustibles solides, la production d'énergie à partir de combustibles fossiles, l'industrie, y compris l'exploitation minière, les transports, les activités agricoles et la combustion de déchets. Les sources naturelles et semi-naturelles comprennent les feux de forêt, le sel marin et la poussière transportée par le vent (HEI 2022).

La pollution de l'air est une violation des droits constitutionnels : Victoire majeure pour les communautés de Mpumalanga dans l'affaire de l'air mortel, Afrique du Sud

Le groupe de justice environnementale GroundWork et l'organisation communautaire de Mpumalanga Vukani, représentés par le Center for Environmental Rights en tant qu'avocat, ont remporté une victoire importante dans le litige historique "Deadly Air" lancé en 2019.

Dans le jugement rendu par la Haute Cour de Pretoria en mars 2022, la juge Colleen Collis a reconnu que la qualité malsaine de l'air dans le Mpumalanga Highveld en Afrique du Sud constituait une violation du droit constitutionnel des résidents à un environnement qui ne mette pas en péril leur santé et leur bien-être.

En outre, le tribunal a ordonné au gouvernement d'établir des règlements pour la mise en œuvre et l'application du plan de gestion de la qualité de l'air de la zone prioritaire du Highveld. Le juge Collis a estimé que la ministre de l'environnement, Barbara Creecy, avait l'obligation légale de promulguer ces règlements et que le retard qu'elle avait mis à formuler et à mettre en place les règlements nécessaires à la mise en œuvre du plan Highveld était "déraisonnable".

Le HPA abrite 12 des centrales électriques au charbon d'Eskom et la raffinerie de carburants liquides à base de charbon de Sasol, située à Secunda, toutes alimentées par de nombreuses exploitations minières de charbon.

Bien que plus de 15 mois se soient écoulés depuis le verdict, les mesures réelles qui pourraient atténuer de manière significative la pollution de l'air et bénéficier aux communautés résidant dans la région du Highveld n'ont pas encore été mises en œuvre sur le terrain.

RÉFÉRENCES :

Centre for Environmental Rights, adresse web, consulté le 15 octobre 2023

Mail & Guardian, Adresse web, consulté le 15 octobre 2023



© Ruth Sacco / Greenpeace

Données satellitaires

La surveillance de la pollution atmosphérique au niveau du sol est rare dans de nombreuses régions d'Afrique, mais les observations de la qualité de l'air par satellite peuvent contribuer à combler les lacunes. Les satellites peuvent surveiller les endroits où il n'y a pas de données directement mesurées. Par exemple, le spectroradiomètre imageur à résolution moyenne (MODIS) de la NASA peut être utilisé pour observer la poussière dans l'atmosphère terrestre, tandis que l'instrument de surveillance de l'ozone (OMI), la suite OMPS (Ozone Mapping and Profiler Suite) et l'instrument Tropomi de l'Agence spatiale européenne fournissent des données sur les polluants atmosphériques tels que le NO_2 et le SO_2 .

Ces observations spatiales permettent d'estimer la quantité d'un polluant dans l'atmosphère au-dessus de certains points de la surface de la Terre. Cette mesure est appelée "quantité dans la colonne". La quantité dans la colonne n'est pas une mesure de la concentration au niveau du sol ou de la quantité de pollution émise. Ces données doivent être interprétées pour estimer les concentrations ou les émissions. Les données satellitaires sont limitées par le bruit et les artefacts liés à la résolution des données, et seules les sources importantes sont facilement détectées et quantifiées de manière fiable.

Ces données satellitaires ont été utilisées pour révéler les plus grandes sources de poussières minérales de la planète, à savoir, pendant l'été de l'hémisphère nord, les déserts du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord (Chappell et al., 2023), et pour montrer qu'il existe d'importants points chauds de pollution atmosphérique au-dessus de la région de Mpumalanga, en Afrique du Sud, où le charbon est exploité et brûlé pour produire de l'énergie. Ces méthodes ne reposent pas sur une connaissance a priori de l'emplacement des sources, ce qui signifie qu'elles peuvent détecter de nouvelles sources ou celles qui sont absentes d'autres sources de données.



Dioxyde d'azote (NO₂)

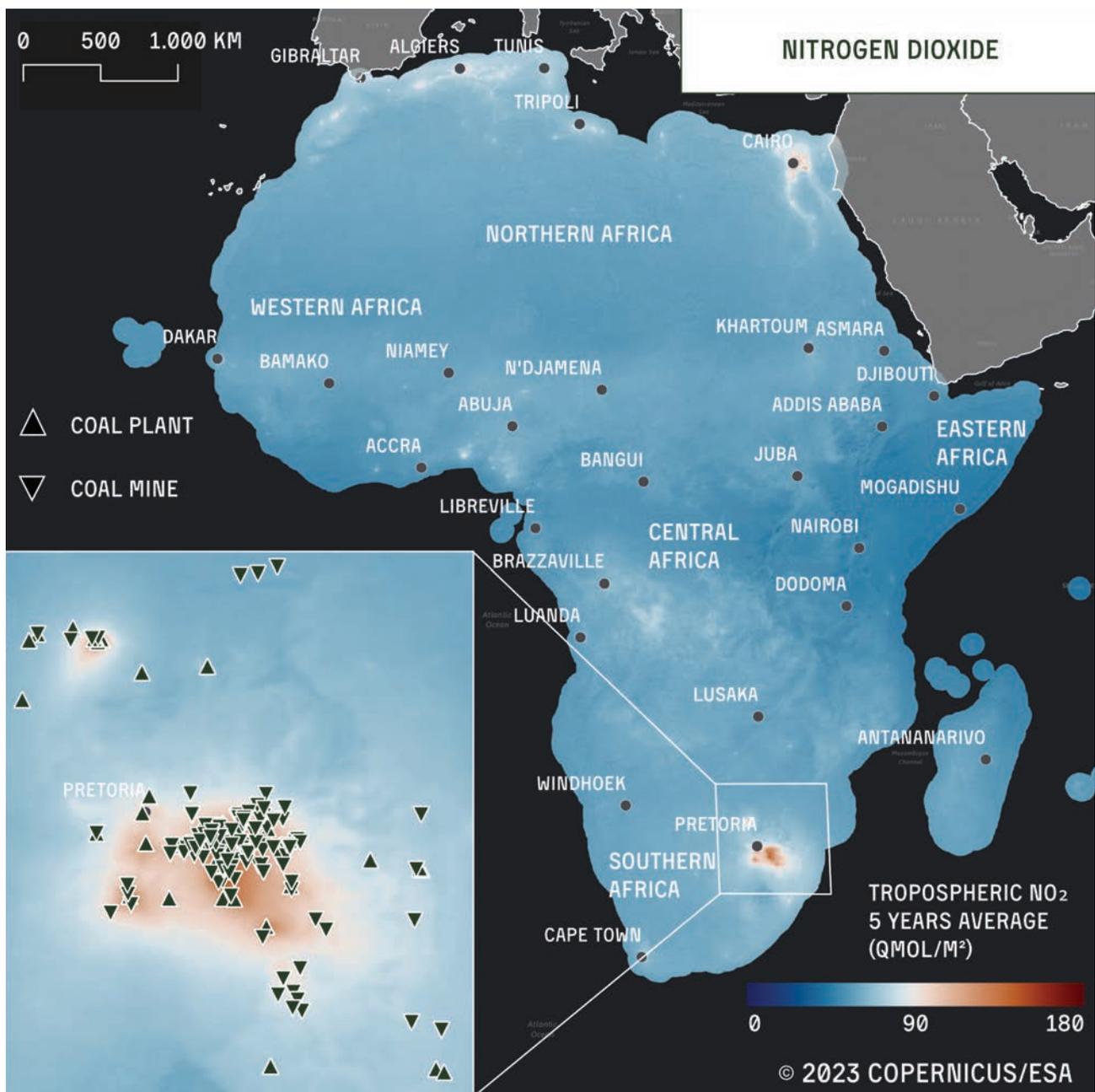


Figure 6. NO₂ (mol/m²) observé par satellite l'instrument satellite TROPOMI 2018-2023 moyenne (Sources : van Geffen et al. 2019, 2022, Global Coal Plant Tracker 2023 ; Carte interactive développée à l'aide de Google Earth Engine et disponible à l'adresse <https://peatfires-153915.projects.earthengine.app/view/afrs5#timelapse=Show%20timelapse;aoi=all> ;)

Le NO₂ est un polluant atmosphérique nocif créé par pratiquement tous les processus de combustion, notamment dans les centrales électriques à combustibles fossiles, les moteurs de voitures à essence et diesel, ou les feux de forêt. Il constitue une signature détectable depuis l'espace dans les endroits où de grandes quantités de combustibles sont brûlées (**figure 6**), ce qui empêche les grandes sources de pollution de passer inaperçues. Le NO₂ peut également réagir avec d'autres substances chimiques présentes dans l'atmosphère et provoquer une pollution par des particules.

Beirle et al. (2023) ont utilisé les données de l'instrument satellite TROPOMI (van Geffen et al. 2019, 2022) couvrant la période de mai 2018 à novembre 2021 pour cataloguer les émissions de NO₂ provenant de 1139 sources ponctuelles majeures. Bon nombre des emplacements identifiés dans l'analyse s'alignent sur des centrales thermiques, des cimenteries, des fonderies de métaux, des zones industrielles ou des zones urbaines. Sur les dix plus grandes sources ponctuelles d'émissions identifiées dans le monde, six sont situées en Afrique du Sud (**figure 7-8**). Les dix plus grandes sources ponctuelles identifiées en Afrique sont toutes des centrales thermiques, dont neuf se trouvent en Afrique du Sud et appartiennent à Eskom Holdings SOC Ltd, un service public dont le gouvernement sud-africain est l'unique actionnaire. La dixième est la zone entourant les centrales électriques OCGT (turbine à gaz à cycle ouvert) d'Azito et OCGT CIPREL de Vridi en Côte d'Ivoire (**tableau 2, figure 7**).

Sur les dix plus grandes sources ponctuelles d'émissions identifiées dans le monde, six sont situées en Afrique du Sud.

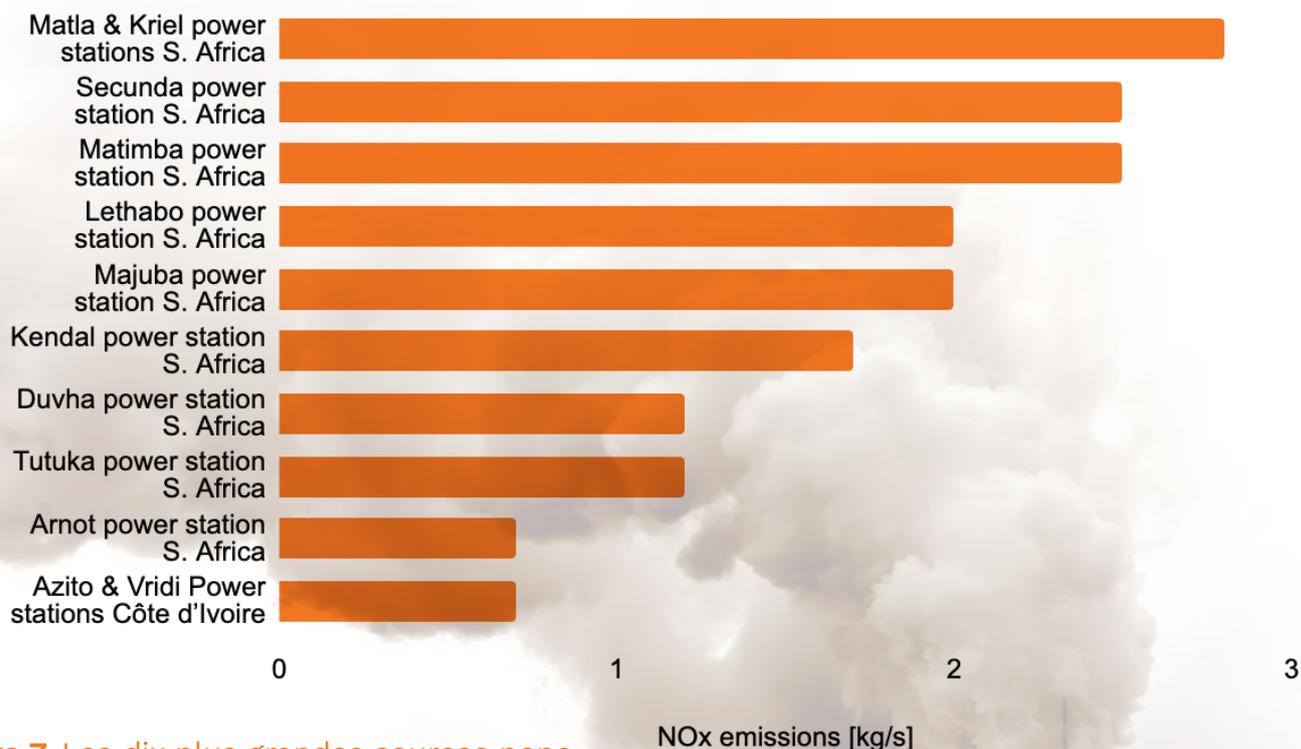


Figure 7. Les dix plus grandes sources ponctuelles de NO_x, de mai 2018 à novembre 2021 (Beirle et al. 2023)

Tableau 2. Les dix plus grandes sources ponctuelles de NOx en Afrique, de mai 2018 à novembre 2021

Rang	Sources ponctuelles alignées sur les points chauds observés par satellite (centrales électriques)	Pays	Émissions de NOx [kg/s]
1	Centrale électrique au charbon de Matla ; centrale électrique de Kriel Propriété d'Eskom Holdings	Afrique du Sud	2.8
2	Centrale électrique de Secunda Coal to Liquids (CTL) Propriété de Sasol	Afrique du Sud	2.5
3	Centrale électrique au charbon de Matimba Propriété d'Eskom Holdings	Afrique du Sud	2.5
4	Centrale électrique au charbon de Lethabo Propriété d'Eskom Holdings	Afrique du Sud	2.0
5	Centrale électrique au charbon de Majuba Propriété d'Eskom Holdings	Afrique du Sud	2.0
6	Centrale électrique au charbon de Kendal Propriété d'Eskom Holdings	Afrique du Sud	1.7
7	Centrale électrique au charbon de Duvha Propriété d'Eskom Holdings	Afrique du Sud	1.2
8	Centrale électrique au charbon de Tutuka Propriété d'Eskom Holdings	Afrique du Sud	1.2
9	Centrale électrique au charbon d'Arnot Propriété d'Eskom Holdings	Afrique du Sud	0.7
10	Sources comprenant les centrales électriques au gaz Azito OCGT et Vridi CIPREL OCGT	Côte d'Ivoire	0.7

Sources: Émissions et localisation, Beirle et al. 2023 ; Combustible et propriété, Eskom 2023, Azito Energie 2015, Ciprel 2023, Sasol, 2023

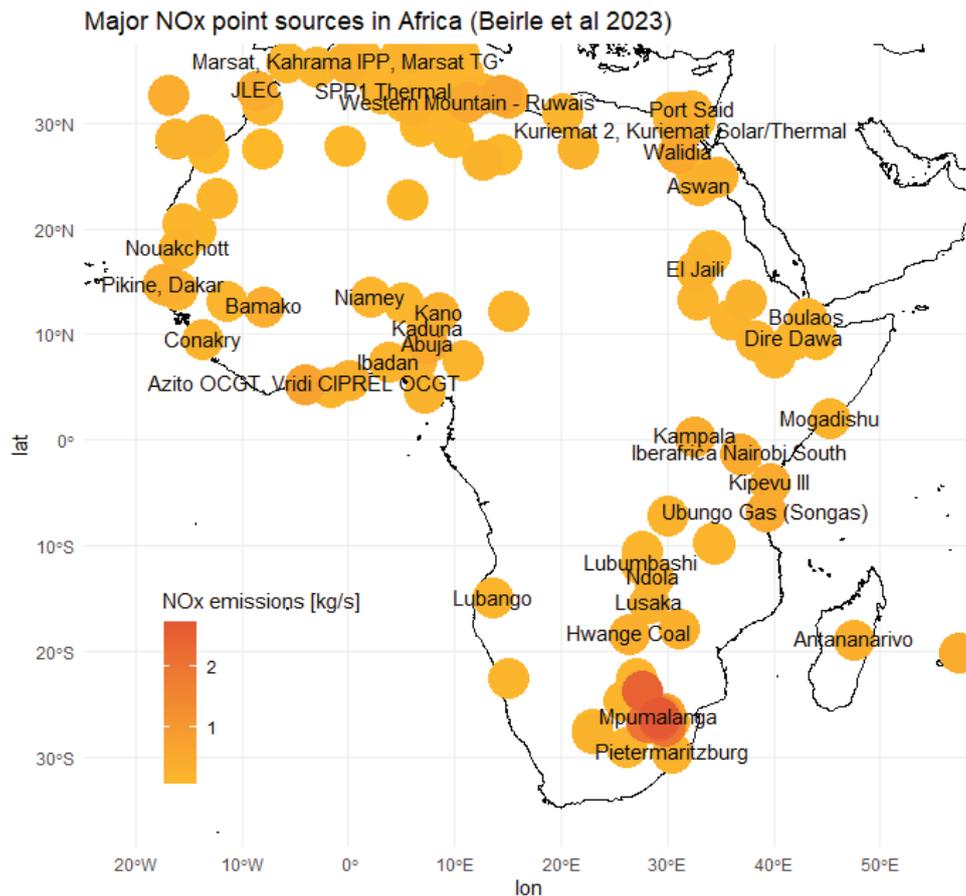


Figure 8. Sources ponctuelles de NOx en Afrique, de mai 2018 à novembre 2021 (Beirle et al. 2023). Les noms et attributions indiqués sont fournis par Beirle et al. (2023), par souci de clarté, toutes les sources ponctuelles ne sont pas nommées.

Le dioxyde de soufre (SO₂)

Le SO₂ est produit par la combustion et le traitement de matériaux contenant du soufre, notamment dans les infrastructures pétrolières et gazières, dans les centrales électriques au charbon et lors du traitement de certains minerais. Le SO₂ réagit avec d'autres substances pour former des composés nocifs, tels que l'acide sulfurique, l'acide sulfureux et les particules de sulfate. Il est donc à l'origine des pluies acides et de la pollution par les particules.

À l'échelle mondiale, les émissions de SO₂ dues à l'activité humaine sont beaucoup plus importantes que celles provenant de sources naturelles telles que les volcans, ce qui signifie que, comme le NO₂, le SO₂ fournit une signature qui peut être détectée depuis l'espace et utilisée pour identifier les lieux où de grandes quantités de combustibles sulfureux sont brûlées, comme dans les centrales électriques au charbon et au pétrole, les installations industrielles et les véhicules (**figure 9**).

La National Aeronautics and Space Administration (NASA) des États-Unis publie chaque année un catalogue des points chauds d'émission de SO₂ (Fioletov et al 2023). La version 2 du catalogue mondial, la version actuelle, utilise des données provenant des spectromètres des satellites OMI

(Ozone Monitoring Instrument), OMPS (Ozone Mapping and Profiler Suite) et TROPOMI (TROPOspheric Monitoring Instrument). Le catalogue regroupe les sources de SO₂ en quatre catégories : une catégorie naturelle “volcans” et trois catégories anthropiques “centrales électriques”, “pétrole et gaz” et “fonderies”. Le catalogue couvre la période 2005-2021 et comprend un total de 759 sources ponctuelles émettant en continu. Deux des dix plus grands points chauds d'émission de SO₂ dans le monde se trouvent en Afrique, tous deux en Afrique du Sud. Les seules sources plus importantes sont la fonderie Norilsk en Russie, deux installations pétrolières et gazières en Iran et deux au Mexique. Parmi les points chauds identifiés dans l'analyse, il y a 23 sources d'origine humaine sur le continent africain, dont la majorité sont des centrales électriques (**figure 10** et **figure 11**).

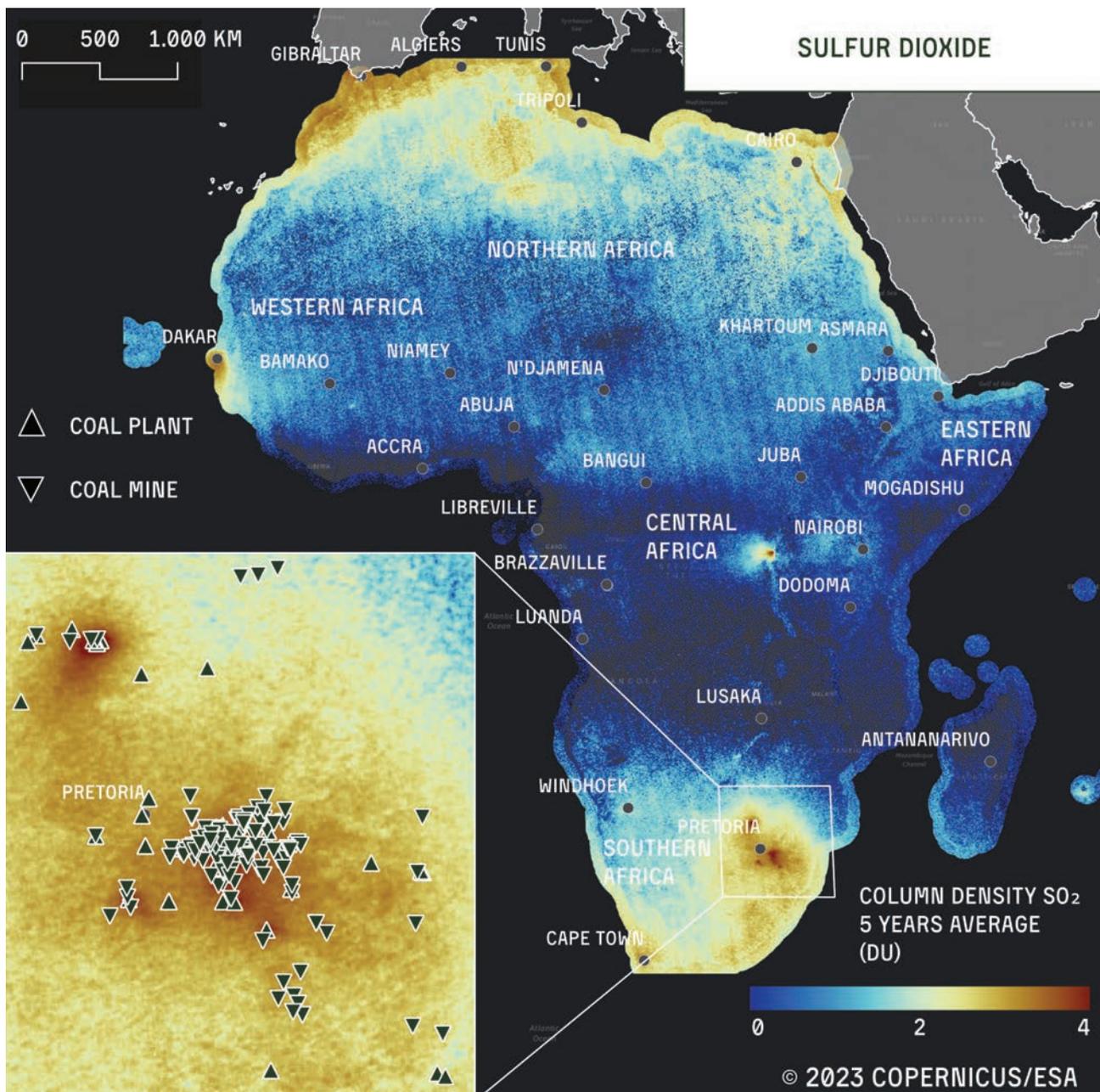


Figure 9. SO₂ (DU) observé par satellite, moyenne 2018-2023 de l'instrument satellite TROPOMI (Sources : van Geffen et al. 2019, 2022, Global Coal Plant Tracker 2023 ; carte interactive développée à l'aide de Google Earth Engine et disponible sur le site <https://peatfires-153915.projects.earthengine.app/view/afrs5#timelapse>Show%20timelapse;aoi=all> ;)

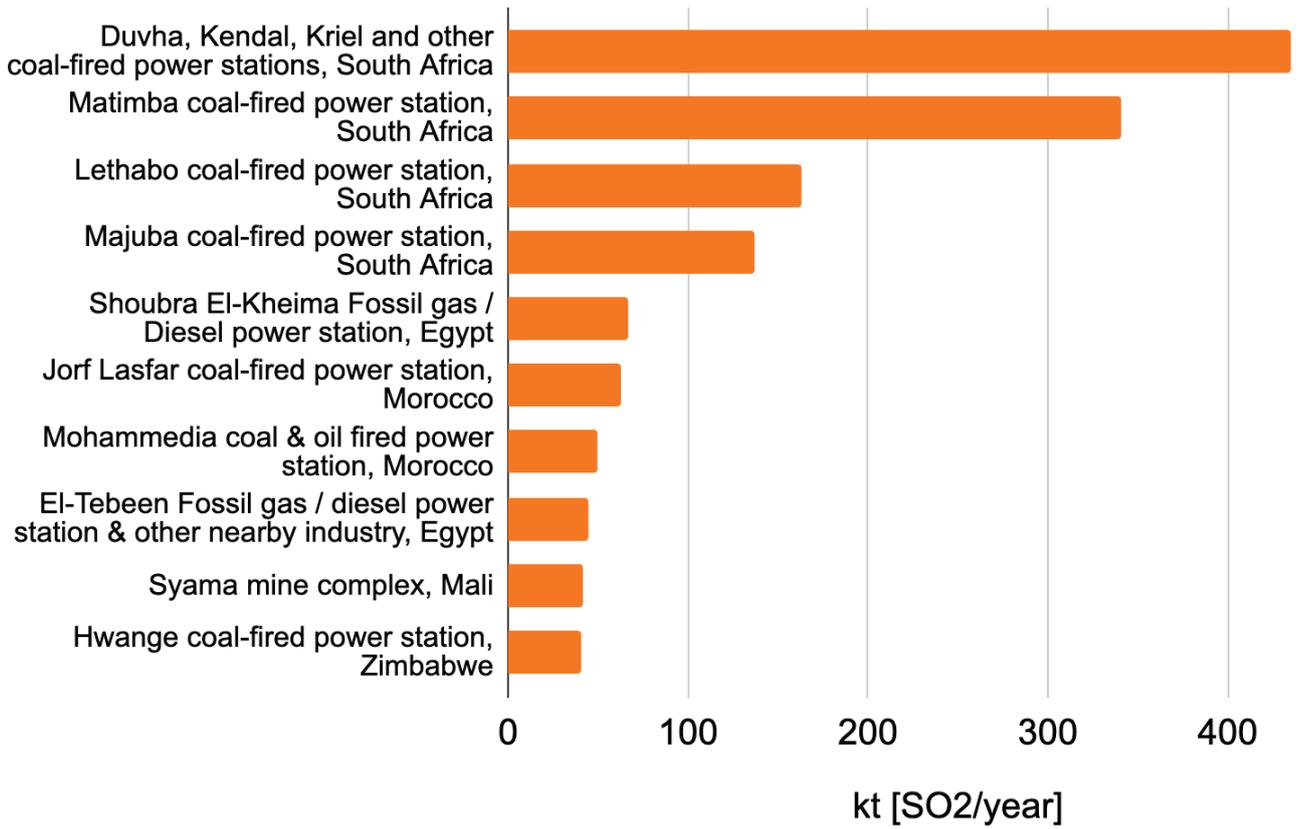


Figure 10. Principales sources ponctuelles de SO₂ en Afrique, 2022 (Fioletov et al 2023)

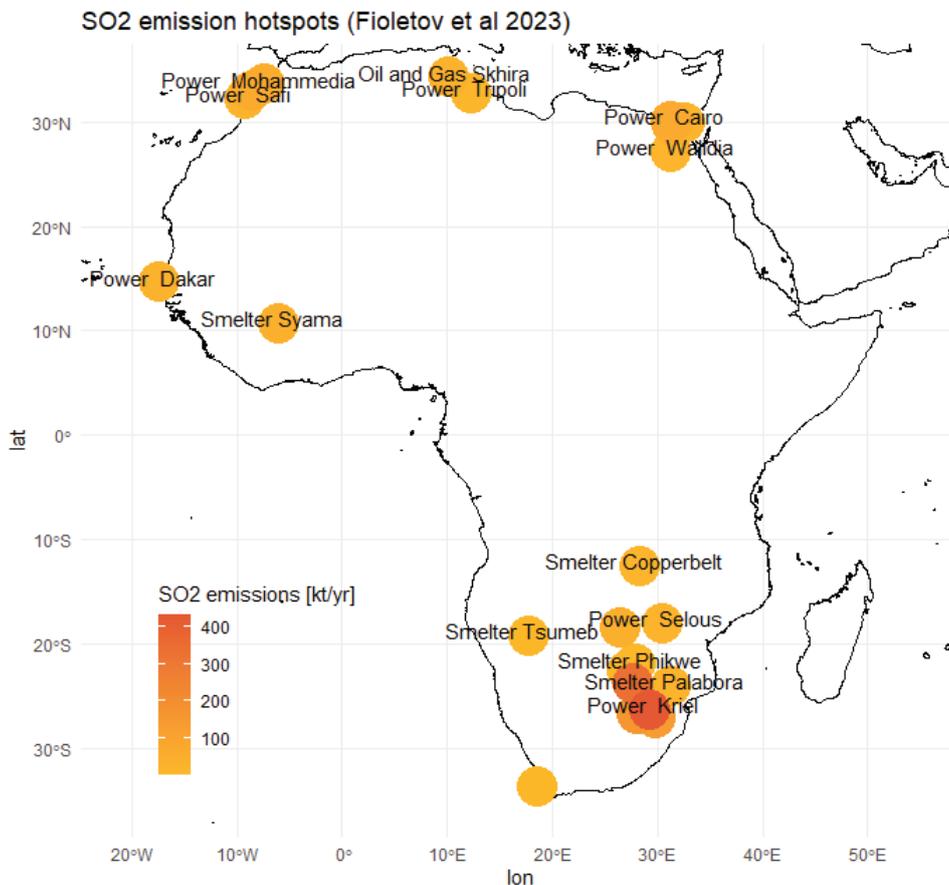


Figure 11. Principales sources ponctuelles de SO₂, naturelles et artificielles (Fioletov et al 2023). Les types de sources et les noms sont fournis par Fioletov et al (2023) ; Par souci de clarté, toutes les sources ponctuelles ne sont pas nommées.

Tableau 3. Les dix plus grandes sources ponctuelles de SO₂ en Afrique, 2022

Rang	Sources ponctuelles alignées sur les points chauds observés par satellite (centrales électriques et fonderies)	Pays	Émissions de SO ₂ [kt/an]
1	Centrales électriques au charbon de Duvha, Kendal et Kriel Propriété d'Eskom Holdings	Afrique du Sud	435.4
Autres centrales électriques			
2	Centrale électrique au charbon de Matimba Propriété d'Eskom Holdings	Afrique du Sud	341.1
3	Centrale électrique au charbon de Lethabo Propriété d'Eskom Holdings	Afrique du Sud	163.1
4	Centrale électrique au charbon de Majuba Propriété d'Eskom Holdings	Afrique du Sud	137.1
5	Shoubra El-Kheima Centrale électrique au gaz fossile / diesel Propriété de la Cairo Electricity Production Company	Égypte	66.9
6	Centrale électrique au charbon de Jorf Lasfar Propriété de TAQA Maroc, filiale d'Abu Dhabi National Energy Company	Maroc	62.9
7	Centrale électrique au charbon et au pétrole de Mohammedia Propriété de l'Office National de l'Électricité et de l'Eau Potable (ONEE)	Maroc	49.8
8	El-Tebeen Centrale électrique au gaz fossile et au diesel Propriété de la Cairo Electricity Production Company	Égypte	44.7
Autre industrie à proximité			
9	Complexe minier de Syama Propriété de Résolu et du gouvernement du Mali	Mali	41.6
10	Centrale électrique au charbon de Hwange Propriété de la Zimbabwe Electricity Supply Authority (ZESA)	Zimbabwe	40.4

Sources: Émissions et lieux, Fioletov et al 2023 ; Combustible et propriété, Eskom 2023, Cairo Electricity Production Company 2023, TAQA Maroc 2022, Office National de l'Électricité et de l'Eau Potable (ONEE) 2014, Global Energy Monitor 2023, Resolute 2023.

Sur les 10 principaux points chauds d'émission de SO₂ en Afrique, quatre se trouvent en Afrique du Sud. Ces points chauds sont alignés sur les centrales électriques au charbon appartenant à Eskom Holdings SOC Ltd, un service public dont le gouvernement sud-africain est l'unique actionnaire. Deux se trouvent en Égypte, deux au Maroc, et le Mali et le Zimbabwe ont chacun un hotspot (**tableau 3**). En Afrique du Nord, le catalogue comprend des points chauds alignés sur des sources en Égypte, en Libye, au Maroc et en Tunisie.

En Égypte, ils sont associés à la centrale électrique de Shoubra El Khiema, à la centrale thermique de Suez, à l'industrie, notamment aux centrales électriques et sidérurgiques d'El-Tebeen et à la centrale électrique d'Asyut El Waleedeya.

En Libye et au Maroc, les points chauds sont associés aux centrales électriques de Tripoli, Mohammedia, Jorf Lasfar et Safi.

En Tunisie, les émissions provenant du pétrole et du gaz à Skhira sont alignées sur le hotspot.

En Afrique de l'Ouest, le catalogue comprend la fonderie de Syama au Mali et les centrales électriques de Dakar.

**Sur les 10
principaux points
chauds d'émission
de SO₂ en Afrique,
quatre se trouvent
en Afrique
du Sud.**

© GP / Adobe Stock

En Afrique de l'Est, le catalogue comprend des fonderies dans la ceinture de cuivre de la Zambie, ainsi que les centrales électriques de Selous et de Hwange au Zimbabwe.

En Afrique australe, le catalogue comprend trois fonderies au Botswana, en Afrique du Sud et en Namibie, les centrales électriques sud-africaines de Matimba, Kriel, Lethabo, Majuba et Ankerlig, et la centrale électrique de Morpule au Botswana.

Sur les six hotspots sud-africains de SO₂ répertoriés, seul Kriel présente une tendance à la baisse des émissions sur le long terme. En particulier, les émissions de SO₂ dans le hotspot correspondant à Palabora, une grande mine de cuivre, une fonderie et un complexe d'affinage, ont augmenté de 220 % entre 2021 et 2022, bien que les tendances à long terme soient stables. Le complexe, géré par la Palabora Mining Company dans la province de Limpopo en Afrique du Sud, montre peu de changement dans les émissions sur des périodes plus longues (**Figure 12**).

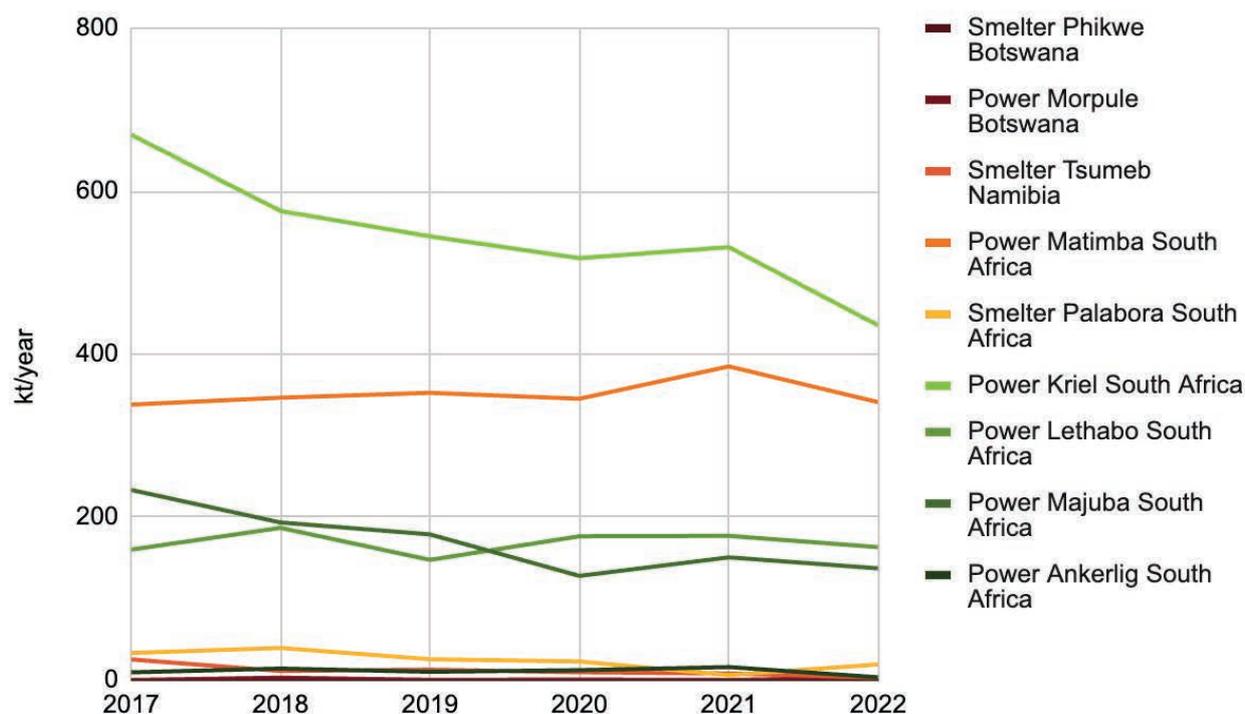


Figure 12. Estimation des émissions annuelles de SO₂ pour les principales sources en Afrique australe (Fioletov et al 2023)

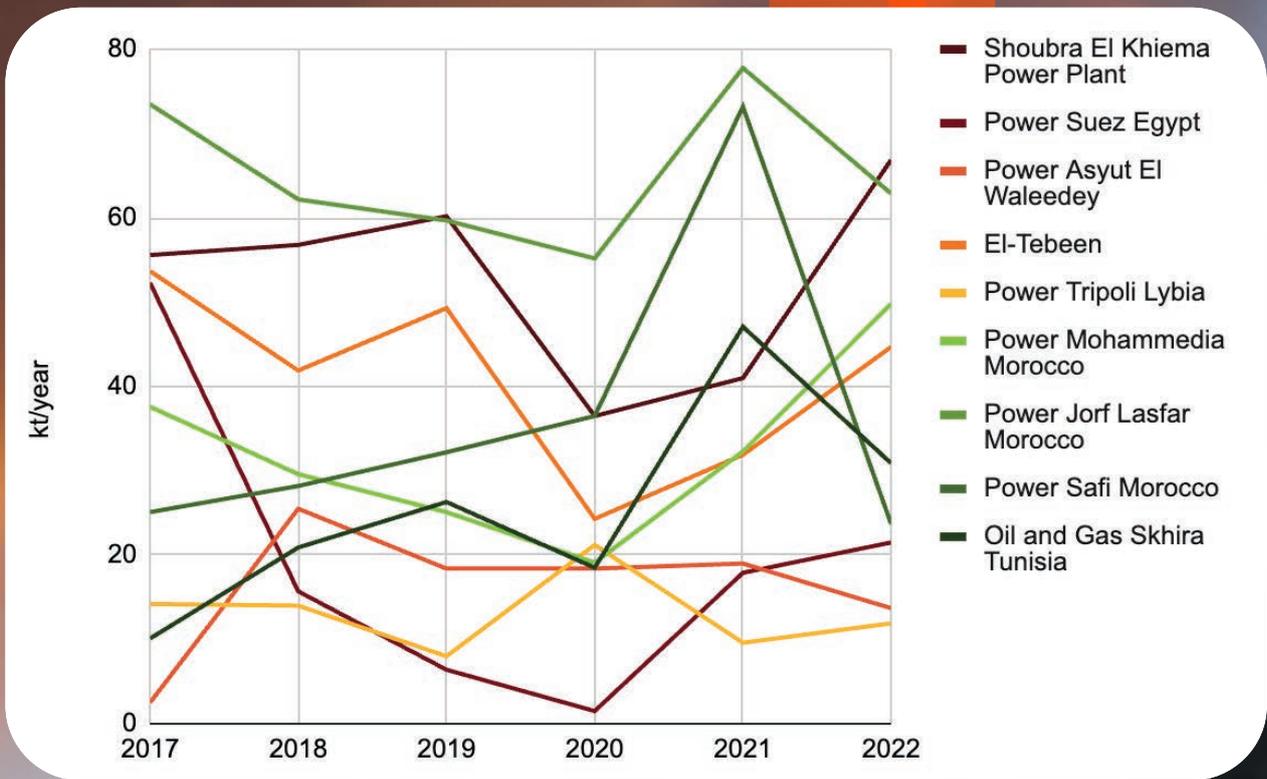


Figure 13. Estimation des émissions annuelles de SO₂ pour les principales sources en Afrique du Nord (Fioletov et al 2023)

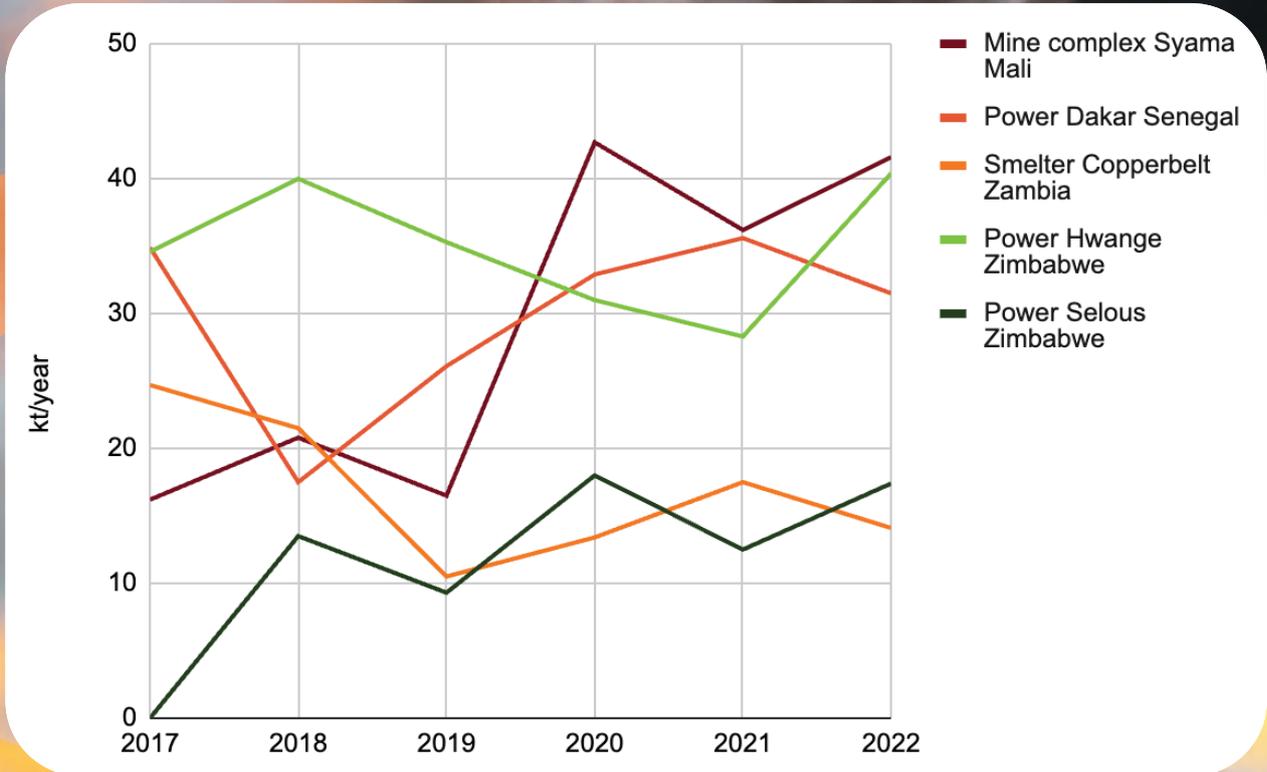


Figure 14. Estimation des émissions annuelles de SO₂ pour les principales sources en Afrique de l'Est et de l'Ouest (Fioletov et al 2023)

En Afrique du Nord, les émissions identifiées par Fioletove et al (2023) ne montrent pas de tendances claires à long terme (**Figure 13**). Sur les quatre sources répertoriées en Égypte, trois d'entre elles - à savoir la centrale électrique de Shoubrah El-kheima, l'usine sidérurgique d'El-Tebeen et la centrale électrique de Suez - ont connu une augmentation considérable des émissions de SO₂ de 63 %, 40 % et 20 %, respectivement, en 2022 par rapport aux données de 2021. Une centrale électrique à Tripoli, en Libye, a également augmenté ses émissions de 24 %. En revanche, la centrale électrique d'Asyut El Waleedeya a vu ses émissions de SO₂ diminuer de 28 %. L'année dernière, au Maroc, deux points chauds de SO₂ ont connu une baisse. La centrale électrique de Safi a enregistré une baisse substantielle de 67 %, et la centrale thermique de Jorf Lasfar (JLEC) a vu ses émissions de SO₂ diminuer de 19 % par rapport aux données de 2021.

Toutefois, la centrale électrique au charbon de Mohammedia a enregistré une augmentation de 54 % des émissions de SO₂ au cours de la même période.

Les émissions estimées par Fioletove et al (2023) pour d'autres points chauds de SO₂ en Afrique de l'Est et de l'Ouest ont des tendances à la hausse (**Figure 14**).

Il y a une variation significative d'une année sur l'autre, par exemple les lieux avec des émissions accrues en 2022 par rapport aux données de 2021 comprennent la fonderie de la mine d'or de Syama au Mali avec une augmentation de 15%, la centrale électrique de Hwange au Zimbabwe avec une augmentation de 43%, et la centrale électrique de Selous au Zimbabwe avec une augmentation de 39%. En revanche, les émissions estimées par satellite pour la centrale électrique de Morupule au Botswana étaient de 2,5 kt en 2022, alors qu'elles étaient nulles en 2021.

De même, la mine et fonderie de nickel et de cuivre de Phikwe au Botswana a enregistré des émissions de 0,1 kt en 2022, alors qu'il n'y en avait eu aucune en 2021.

Inventaires des émissions

Les données satellitaires sont idéales pour trouver et identifier les grandes sources ponctuelles de pollution atmosphérique.

D'autres informations sont nécessaires pour identifier les sources plus petites ou réparties et déterminer la contribution de chacune d'entre elles. C'est pourquoi les chercheurs constituent des bases de données, appelées "inventaires d'émissions", afin d'explorer les nombreux types de sources de pollution.

Inventaires des émissions

Les inventaires peuvent avoir une portée mondiale ou locale. Ils quantifient généralement les émissions, incluent différents secteurs sources, cartographient les lieux d'émission et suivent les changements dans le temps. De nombreux inventaires sont élaborés "de bas en haut" en prenant des données sur les activités (telles que la quantité de carburant utilisée dans un pays) et en multipliant ces informations par un facteur d'émission (la pollution émise par unité de carburant). Certains inventaires sont élaborés "de haut en bas" en prenant des estimations des émissions totales et en les ventilant selon les différentes sources. Les émissions sont parfois ajustées et mises à l'échelle pour assurer la cohérence entre les différents ensembles de données d'entrée ou les différentes années. Les émissions sont cartographiées dans chaque pays ou région, en fonction des cartes de densité de population, des réseaux routiers ou de l'emplacement des centrales électriques, par exemple.

En Afrique, il faut souvent faire des hypothèses lorsqu'il n'y a pas d'informations sur l'utilisation des combustibles, la technologie ou les réglementations qui pourraient affecter les facteurs d'émission.

Les inventaires mondiaux des émissions comprennent :

- l'inventaire Hemispheric Transport of Air Pollution (HTAP v3) (Crippa, 2023),
- la base de données sur les émissions pour la recherche atmosphérique mondiale (EDGAR) (Commission européenne, 2022, AIE, 2019),

L'Afrique du Sud, le Nigeria et les pays d'Afrique du Nord sont de gros émetteurs de NOx.

- le système communautaire de données sur les émissions (CEDS) (Hoesly et al. 2018, McDuffie et al. 2020), et, entre autres,
- l'inventaire Greenhouse Gas and Air Pollution Interactions and Synergies (GAINS) (Ammann et al 2011).

L'inventaire CEDS combine des inventaires régionaux et nationaux et des utilisations multiples de combustibles dans un cadre cohérent. Par exemple, les SEDC intègrent des données d'entrée sur les activités et les émissions provenant de sources telles que EDGAR et GAINS, ainsi que des inventaires locaux, afin de produire des émissions globales cohérentes dans le temps et alignées sur les données locales actuelles (Hoesly et al., 2018). L'utilisation d'inventaires locaux par le CEDS présente l'avantage d'intégrer les connaissances locales. Les données locales peuvent inclure des sources qui sont souvent absentes des inventaires mondiaux, comme l'utilisation de générateurs diesel et à essence. Elles peuvent également fournir des facteurs d'émissions locaux. Ceci est important car les taux d'émission locaux peuvent varier, par exemple si les véhicules ou les torchères de pétrole et de gaz sont plus ou moins bien réglementés que ne le supposent les développeurs de la base de données.

C'est pourquoi une version récente de CEDS, CEDS_GBD-MAPS (McDuffie et al 2020), est utilisée pour l'analyse dans ce rapport. Elle a une portée mondiale et inclut des polluants particulièrement importants pour la pollution de l'air et la santé, à savoir les précurseurs de $PM_{2,5}$, CH_4 , NH_3 , NO_x , SO_2 et les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), ainsi que le BC et le carbone organique. Parallèlement à la base de données mondiale CEDS, un inventaire spécifique à l'Afrique, l'inventaire DACCIIWA (Keita et al 2021), est également analysé ci-dessous.

L'inventaire CEDS_GBD-MAPS comprend l'agriculture (sources non combustibles uniquement, à l'exclusion des feux ouverts), l'énergie (production, transformation et extraction d'électricité), l'industrie (processus de combustion et de non-combustion), le transport routier, le transport hors route/non routier (rail, navigation intérieure, autres), la combustion résidentielle, la combustion commerciale, les autres types de combustion, les solvants, les déchets (élimination et manipulation) et le transport maritime international. Il ne comprend pas les émissions provenant des feux ouverts ou des avions. Parallèlement à ces secteurs, CEDS_GBD-MAPS classe les émissions par type de combustible. Les types pris en compte sont la combustion totale de charbon (houille + lignite + coke de charbon), la combustion de biocombustibles solides, les combustibles liquides (pétrole léger + pétrole lourd + gazole) et la combustion de gaz fossile.

Les émissions de polluants atmosphériques dans l'inventaire DACCIWA pour BC, OC, NO_x, CO, SO₂ et NMVOC ont augmenté à travers l'Afrique au cours des dernières décennies (Keita et al 2021). Le secteur de l'énergie est celui qui contribue le plus aux émissions de SO₂ (54 %) et de NO_x (29 %). Le trafic est le deuxième secteur émetteur de NO_x, tandis que l'industrie est le deuxième secteur émetteur de SO₂ (Keita et al 2021). Les bases de données DACCIWA et CEDS_GBD-MAPS révèlent que l'Afrique australe et l'Afrique du Nord sont les régions africaines les plus émettrices de SO₂ et de NO_x. Ces régions disposent de sources industrielles et de centrales électriques importantes par rapport aux autres régions d'Afrique (Keita et al 2021). En Afrique de l'Ouest et de l'Est, le trafic et les émissions domestiques sont respectivement les secteurs les plus importants (Keita et al 2021). La **figure 15** montre que l'Afrique du Sud, le Nigeria et les pays d'Afrique du Nord sont de gros émetteurs de NO_x, tandis que les émissions de SO₂ sont également dominées par l'Afrique du Sud et les sites de centrales électriques et de fonderies identifiés dans la section précédente. La teneur en soufre des combustibles est réglementée dans de nombreux pays du monde. Cela permet de réduire les émissions de SO₂ et de particules, y compris celles provenant du trafic routier. Dans de nombreux pays africains, les carburants présentent des teneurs en soufre élevées (PNUE, 2023). Une action urgente est nécessaire pour garantir que les carburants utilisés en Afrique répondent aux meilleures normes internationales tout en œuvrant pour un système entièrement renouvelable.

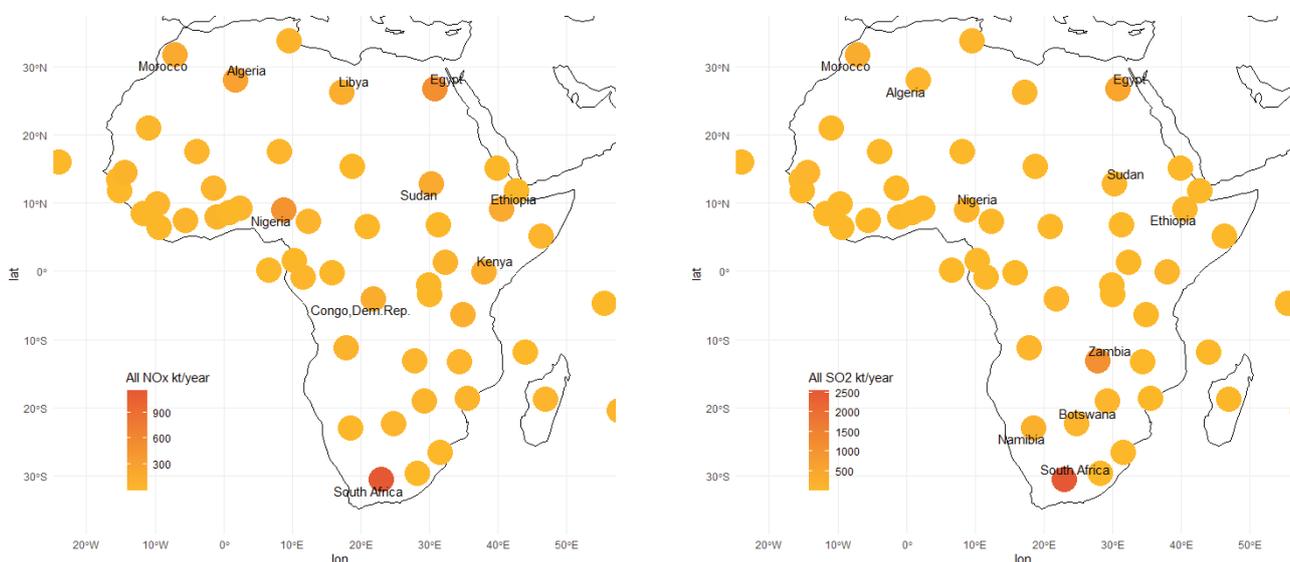
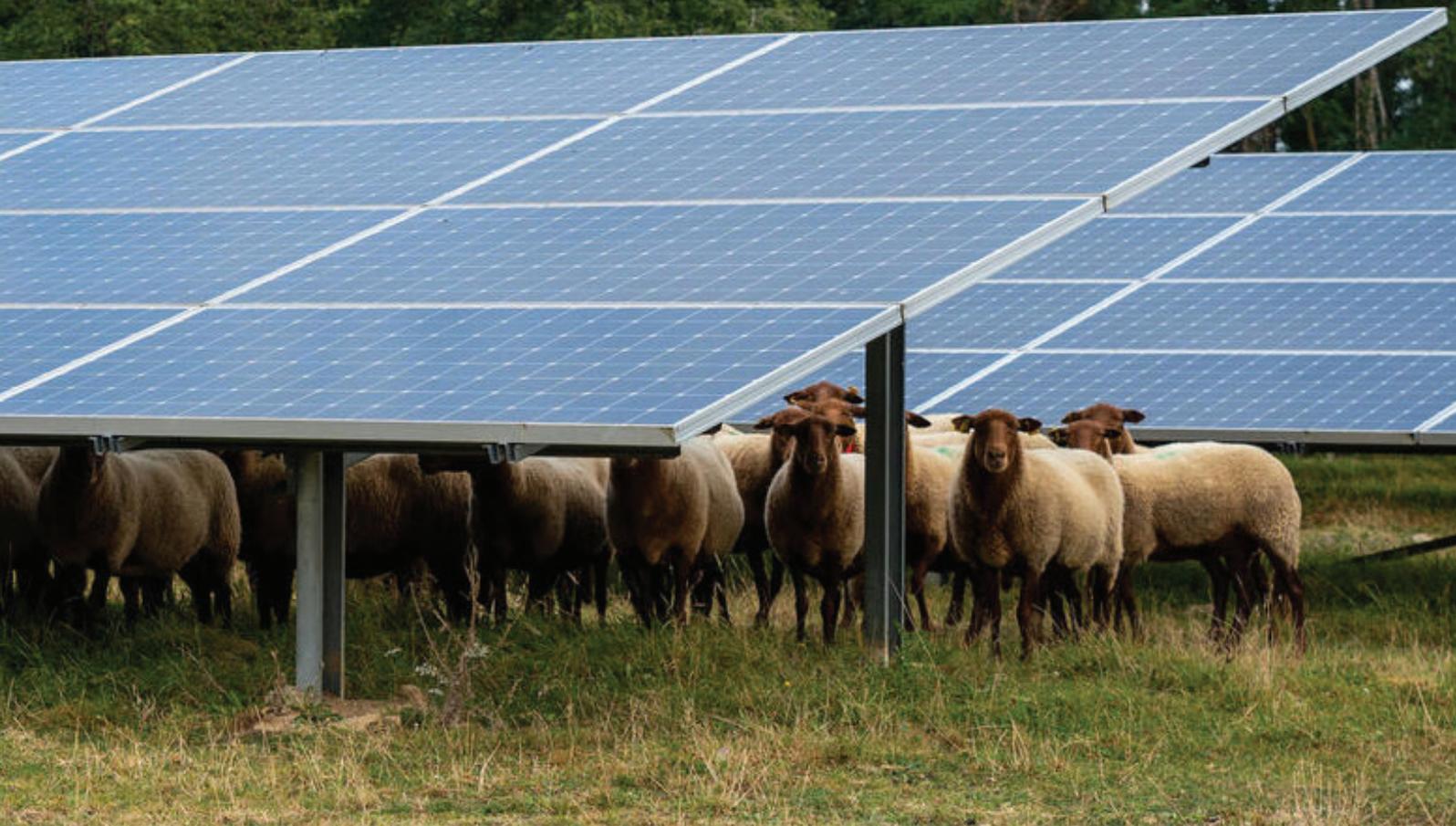


Figure 15. Estimation des émissions de NO_x et de SO₂ pour 2017, agrégées par pays (McDuffie et al 2020)

Les émissions mondiales de COVNM sont fortement influencées par l'Afrique, en raison des secteurs résidentiel et énergétique. L'Afrique abrite d'importants sites de production de pétrole et de gaz, comme ceux du delta du Niger. Ces opérations pétrolières et gazières sont particulièrement émettrices de COVNM.



Le brûlage à la torche et les émissions fugitives provenant du pétrole et du gaz, ainsi que la combustion résidentielle, contribuent à faire de l'Afrique de l'Ouest la région la plus émettrice de BC et de COVNM (**figure 16**, McDuffie et al. 2020, Keita et al. 2021). Certaines émissions provenant du torchage sont en train de diminuer grâce à l'initiative mondiale de réduction du torchage de gaz (GGFR) (Keita et al 2021). Le brûlage à ciel ouvert des déchets est également une source importante d'émissions de COB et de COVNM (Keita et al. 2021).

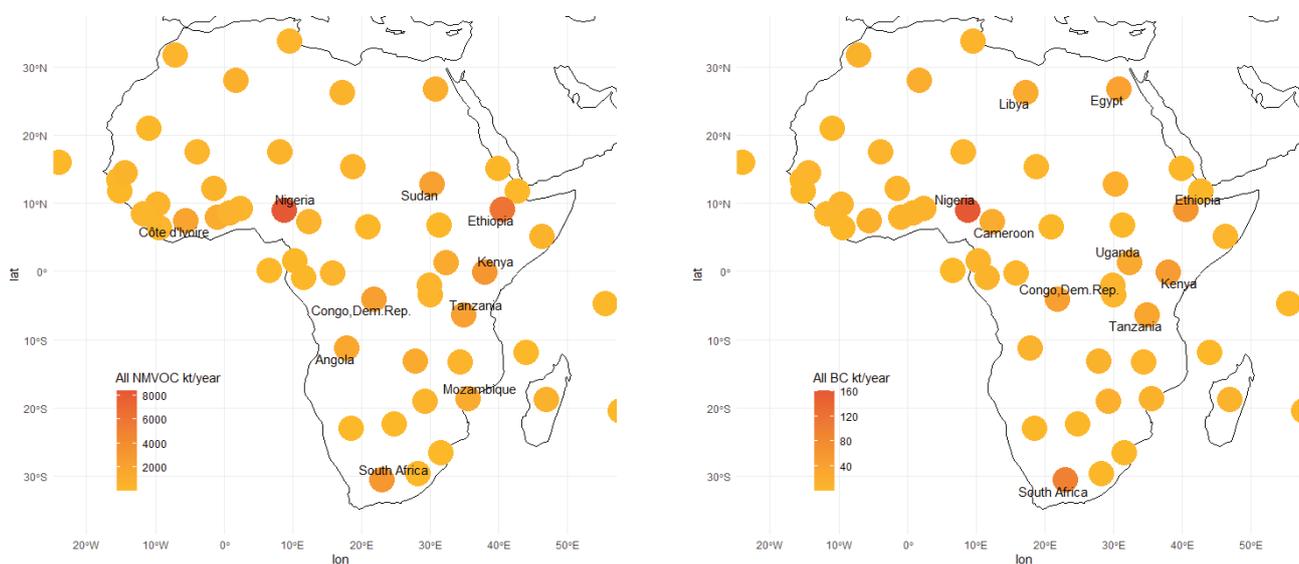


Figure 16. Estimation des émissions de COVNM et de BC pour 2017, agrégées par pays (McDuffie et al 2020)

Agareb n'est pas une décharge !

Les habitants d'Agareb, un petit village du gouvernorat de Sfax, en Tunisie (Afrique du Nord), mènent depuis cinq ans une campagne de protestation contre la décharge installée dans leur village, qui a dépassé sa capacité et sa période d'utilisation légitime.

La décharge, qui contient des déchets ménagers, médicaux et autres, est devenue une source importante de problèmes sanitaires et de pollution de l'air. La combustion dans la décharge dégage une odeur toxique qui devient insupportable pour la communauté environnante.

Un mouvement populaire a été créé en 2016 sous le nom d' "Agareb is Not a Dump !" (Agareb n'est pas une décharge), en réponse au refus des autorités de prendre des mesures sérieuses pour fermer définitivement la décharge et mettre fin à la crise environnementale à laquelle elles sont confrontées.

Les habitants d'Agareb ont toujours eu le sentiment de payer le prix pour que le reste de la population tunisienne puisse respirer de l'air pur.

Après avoir mené une série d'actions de protestation pacifiques et après la perte d'un jeune citoyen du village qui a perdu la vie à cause de la violence policière visant à réprimer la protestation, le mouvement a décidé que le seul moyen d'atteindre son objectif était d'aller en justice.

En 2021, après un long parcours judiciaire, les habitants d'Agareb ont finalement reçu une décision de justice reconnaissant la nécessité de fermer immédiatement la décharge. La décision a été exécutée le 27 septembre 2021.

Bien que la décharge ne soit plus utilisée, les habitants d'Agareb se sentent toujours affectés par les dommages que la décharge a causés à leur environnement et à leur santé et craignent toujours toute tentative de réouverture de la décharge.

RÉFÉRENCES :

FTDES, Adresse web, consulté le 15 octobre 2023

Inkyfada.com, Adresse web, consulté le 15 octobre 2023

Source de l'image : ftdes.net



La poussière noire

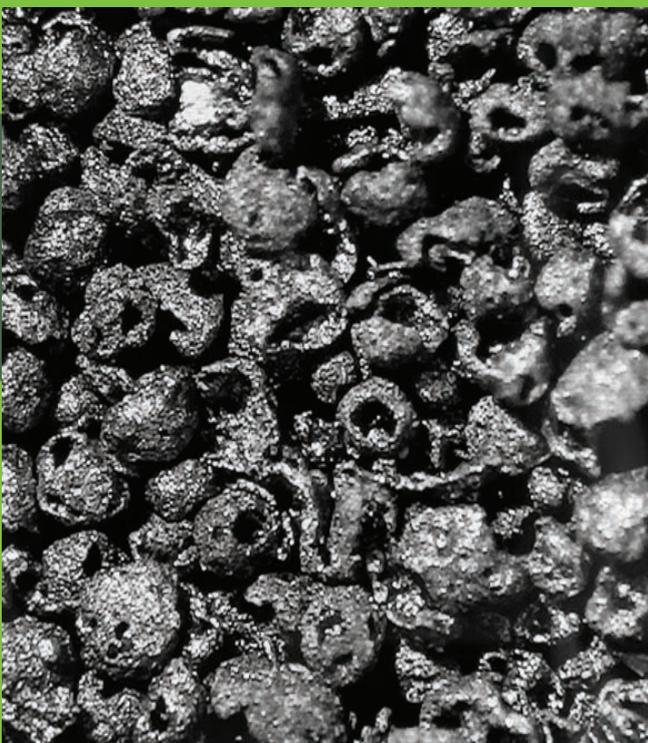
Les habitants de Kenitra, au Maroc, étaient aux prises avec un problème de poussière noire qu'ils pensaient être lié à une centrale électrique industrielle située à proximité. Soupçonnant la centrale électrique, alimentée au fioul lourd, d'être une source importante d'émissions de particules, notamment de cendres volantes et de suie, ils s'inquiétaient des effets néfastes sur la santé, tels que les maladies respiratoires et cardiovasculaires, un risque élevé de cancer, l'aggravation de problèmes de santé existants et des effets sur le développement des enfants. La pollution par les $PM_{2,5}$ n'entraîne pas seulement des problèmes de santé, mais aussi des problèmes environnementaux tels que la brume sèche, la réduction de la visibilité et la dégradation des écosystèmes et de la qualité de l'eau.

Les habitants ont pris des mesures et ont commencé à recueillir des preuves scientifiques sur la composition de la poussière noire.

En août 2022, deux échantillons ont été prélevés sur les toits et envoyés aux laboratoires de recherche de Greenpeace au Royaume-Uni. L'analyse a révélé la présence de cendres volantes provenant de la combustion de fioul lourd, fournissant à la communauté des preuves cruciales pour s'engager auprès des autorités et de l'usine, en affirmant leur droit à un environnement sain par le biais de demandes scientifiquement étayées.

RÉFÉRENCE :

Greenpeace Research Laboratories Analytical Results 2022-05 : 14 pp. Analyse des particules de poussières sédimentées provenant de la ville de Kenitra, au Maroc. Disponible à l'adresse suivante : https://www.greenpeace.to/greenpeace/?page_id=2058



FICHES D'INFORMATION RÉGIONALES

Afrique du Nord

Algérie, Egypte, Libye, Maroc et Tunisie

Selon l'évaluation de l'indice de qualité de l'air, la réduction permanente des concentrations de $PM_{2,5}$ du niveau de 2021 à la ligne directrice de l'OMS de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aurait pu améliorer l'espérance de vie de 1,3 an en Égypte, de 0,4 an au Maroc et de 0,1 an en Algérie (Greenstone et Hasenkopf, 2023, **figure 3**).

Les estimations de la mortalité prématurée liée aux $PM_{2,5}$, en particulier aux $PM_{2,5}$ provenant des combustibles fossiles, et aux autres polluants atmosphériques provenant des combustibles fossiles indiquent toutes que le taux de mortalité le plus élevé dans cette région se trouve en Égypte (Leliveld 2019, McDuffie et al 2021, Vohra et al 2021, Farrow et al 2020, (**figure 4** et **figures A1-A2** de l'annexe).

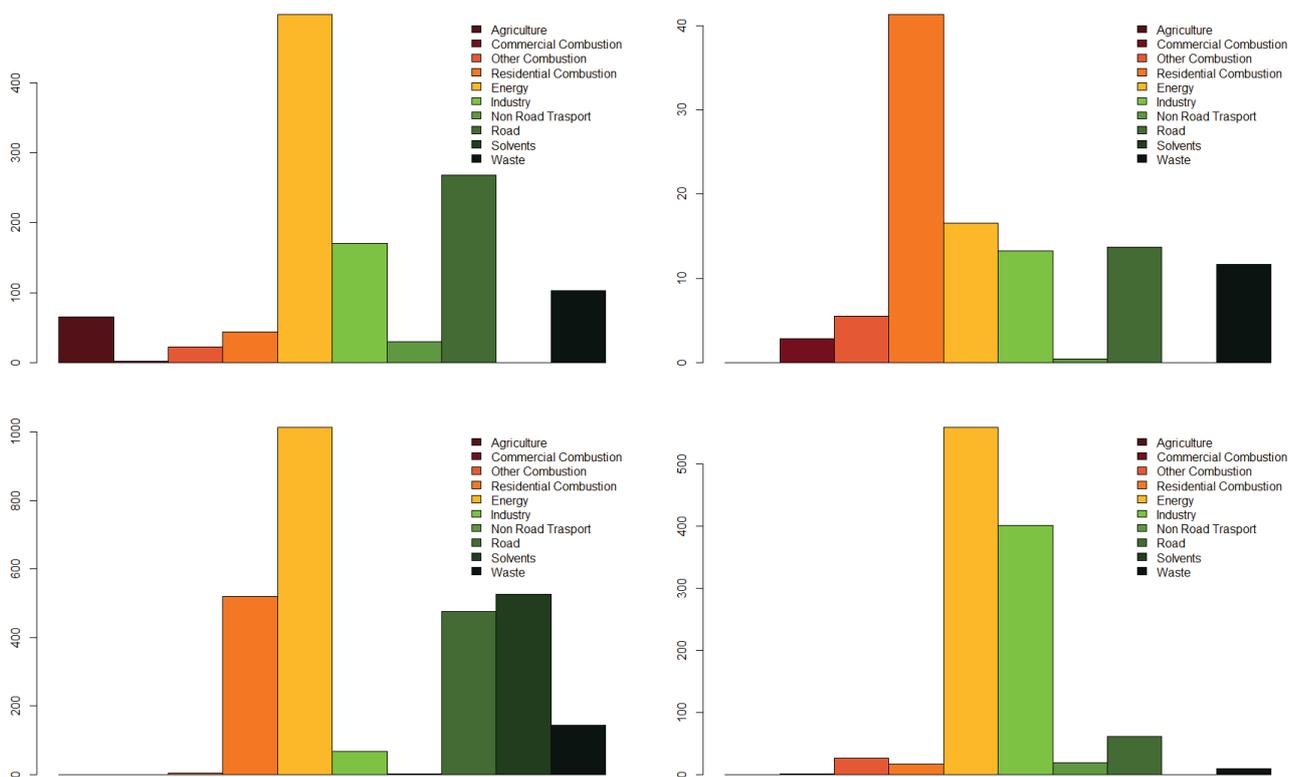


Figure 17. Contributions sectorielles aux émissions de NO_x, BC, COVNM et SO₂ dans l’inventaire des émissions CEDS-GBD_MAPS pour l’année 2017 dans les pays d’Afrique du Nord (McDuffie et al 2020)

Les pays à forte ou faible population peuvent être comparés sur la base des taux de mortalité pour 1 000 habitants. Les taux de mortalité égyptiens pour l’ensemble des PM_{2,5} et la pollution atmosphérique par les PM_{2,5} d’origine fossile ont été estimés pour 2019 à 1,2 et 0,19 pour 1 000 habitants respectivement (Leliveld 2019). Ces chiffres sont à comparer à 0,78 et 0,05 pour l’ensemble de l’Afrique cette année-là.

En Afrique du Nord, le secteur qui contribue le plus aux émissions de NO_x, de COVNM et de SO₂ dans la base de données CEDS est le secteur de l’énergie. La combustion résidentielle (à l’exclusion des déchets) émet le plus de BC (**Figure 17, Annexe 1**). La Banque mondiale signale que l’Algérie et la Libye figurent parmi les 10 premiers pays au monde pour le torchage du pétrole et du gaz ; ces torchères sont susceptibles de contribuer aux émissions du secteur de l’énergie dans cette région (Banque mondiale, 2022).

Le ministère marocain de l’Environnement, des Mines et de l’Énergie durable (MEMSD) produit un inventaire national des émissions (ministère marocain de l’Environnement, des Mines et de l’Énergie durable, 2018, Saidi 2023). Cet inventaire d’émissions développé localement fournit potentiellement des informations locales qui ne sont pas disponibles dans les pays où aucun inventaire national n’a été développé. L’inventaire du MEMSF attribue la plupart des émissions de PM_{2,5} aux sources résidentielles, suivies par les sources routières. Comme dans la base de données CEDS_GBD-MAPS, il identifie le transport routier comme une source importante d’émissions de COVNM.

Le Maroc abrite également la centrale électrique au charbon de Safi. Greenpeace Asie du Sud-Est a précédemment estimé que la pollution atmosphérique de la centrale pourrait contribuer à 30 à 88 décès prématurés par an (Son et al 2019).

Faridi et al (2022) ont évalué la littérature sur la répartition des sources de particules dans les pays d'Afrique du Nord, de la Méditerranée orientale et du Moyen-Orient. Parmi les pays inclus dans l'évaluation, ils n'ont pas pu identifier d'études à Djibouti, en Libye, en Somalie, au Soudan ou en Tunisie. Les travaux ont mis en évidence de grandes différences dans la région, la poussière contribuant le plus aux $PM_{2,5}$ en Égypte, tandis qu'au Maroc, près de 53 % des $PM_{2,5}$ ambiantes ont été attribuées aux industries, 35 % à la poussière et 13 % à la circulation.

Afrique de l'Ouest

Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Liberia, Mali, Mauritanie, Niger, Nigeria, Sénégal, Sierra Leone, Togo

Selon l'évaluation de l'indice de qualité de l'air, la réduction permanente des concentrations de $PM_{2,5}$ du niveau de 2021 à la ligne directrice de l'OMS de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aurait pu améliorer l'espérance de vie de 2,5 ans au Cameroun, de 1,8 an au Nigeria et de 0,1 an au Sénégal (Greenstone et Hasenkopf 2023, **Figure 3**).

Les estimations de la mortalité prématurée liée aux $PM_{2,5}$, en particulier aux $PM_{2,5}$ provenant de combustibles fossiles, et à d'autres polluants atmosphériques provenant de combustibles fossiles indiquent toutes que les taux de mortalité

Tandis Au Maroc, près de 53 % des $PM_{2,5}$ ambiantes ont été attribuées aux industries.



les plus élevés dans cette région se trouvent au Nigeria (Leliveld 2019, McDuffie et al 2021, Vohra et al 2021, Farrow et al 2020, **figure 4** et **figures A1-A2** de l'annexe). Les pays à forte ou faible population peuvent être comparés sur la base des taux de mortalité pour 1 000 habitants. Les taux de mortalité au Nigeria pour l'ensemble des $PM_{2,5}$ et la pollution atmosphérique par les $PM_{2,5}$ d'origine fossile ont été estimés pour 2019 à 0,99 et 0,04 pour 1 000 habitants respectivement (Leliveld 2019). Ces chiffres sont à comparer à 0,78 et 0,05 pour l'ensemble de l'Afrique cette année-là.

En Afrique de l'Ouest, le secteur qui contribue le plus aux émissions de NOx et de BC dans la base de données CEDS est la combustion résidentielle ; le secteur de l'énergie émet le plus de COVM et de SO₂ (**Figure 18, Annexe 1**).

En ce qui concerne plus particulièrement le Nigeria, (Okedere et al. 2021) a identifié le brûlage de gaz, le raffinage des produits pétroliers, les centrales électriques au gaz, le transport, la fabrication, les changements d'affectation des sols et les déchets, ainsi que la cuisine domestique, le brûlage des broussailles et l'agriculture comme étant les principales sources de pollution.

Le secteur de l'énergie et l'industrie pétrolière et gazière du Nigeria sont responsables de grandes quantités de gaz brûlés. C'est le résultat des pratiques de développement des années 1960 et 1970, lorsque la demande de gaz fossile était limitée et que les normes environnementales n'étaient pas strictes. En l'absence de marché pour le gaz produit en tant que sous-produit des puits de pétrole, des torchères ont été installées comme méthode d'élimination.

Des décennies plus tard, le Nigeria continue de brûler d'importants volumes de gaz fossile (Anejionu et al 2015). Le gaz est désormais utilisé pour la production d'électricité, au même titre que l'énergie hydraulique (Sonibare, 2010).

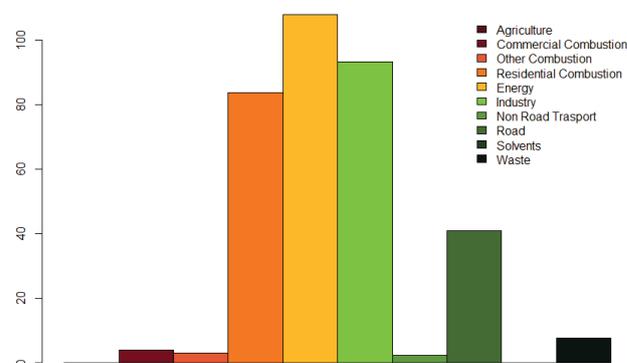
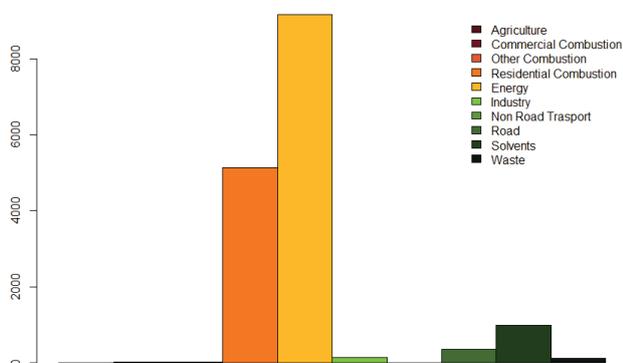
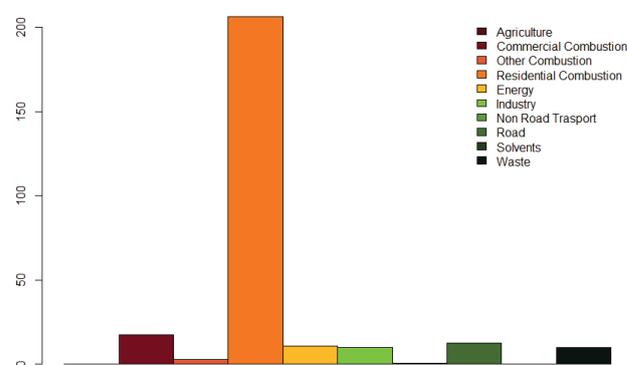
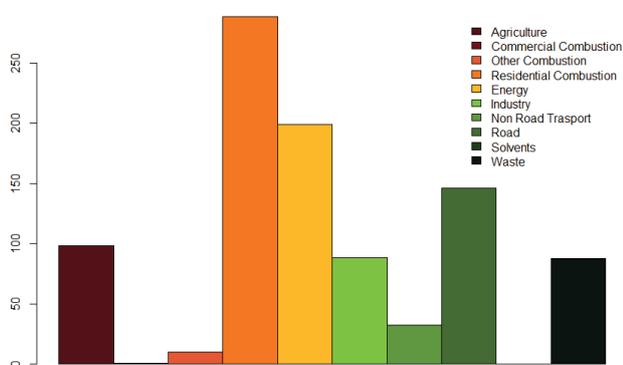


Figure 18. Contributions sectorielles aux émissions de NO_x, BC, NMVOC et SO₂ dans l'inventaire des émissions CEDS-GBD_MAPS pour l'année 2017 dans les pays d'Afrique de l'Ouest (McDuffie et al 2020)

Le Nigeria figure parmi les 10 premiers pays pratiquant le torchage dans le monde (Banque mondiale, 2022). Bien que le torchage ait diminué à l'échelle nationale, il reste un problème grave dans de nombreux petits champs pétroliers. Le Nigeria est le plus grand producteur et exportateur de pétrole brut d'Afrique, et ces exportations alimentent de nombreuses motos dans les pays voisins (Assamoi et Lioussé, 2010, Keita et al 2021). Par exemple, le trafic est considéré comme un facteur important d'émissions de carbone au Bénin, où il y a un grand nombre de véhicules à deux roues (Keita et al 2021).

Afrique de l'Est

Burundi, Djibouti, Érythrée, Éthiopie, Kenya, Malawi, Mozambique, Rwanda, Somalie, Soudan du Sud, Soudan, Tanzanie, Ouganda, Zambie et Zimbabwe

Selon l'évaluation de l'indice de qualité de l'air, la réduction permanente des concentrations de $PM_{2,5}$ du niveau de 2021 à la ligne directrice de l'OMS de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aurait pu améliorer l'espérance de vie de 2,7 ans au Rwanda, de 1,1 an au Malawi et de 0,6 an au Soudan (Greenstone et Hasenkopf, 2023, **figure 3**).

Les estimations de la mortalité prématurée liée aux $PM_{2,5}$, en particulier aux $PM_{2,5}$ provenant de combustibles fossiles, et à d'autres polluants atmosphériques provenant de combustibles fossiles indiquent toutes que le taux de mortalité le plus élevé dans cette région se trouve en Éthiopie (Leliveld 2019, McDuffie et al 2021, Vohra et al 2021, Farrow et al 2020 **Figure 4** et **figures A1-A2** en annexe). Les pays à forte et à faible population peuvent être comparés sur la base des taux de mortalité pour 1 000 habitants. Des taux de mortalité plus élevés sont prévus à Djibouti et en Érythrée (**figure 5**).

En Afrique de l'Est, le secteur qui contribue le plus aux émissions de NO_x et de BC dans la base de données CEDS est la combustion résidentielle ; le secteur de l'énergie émet le plus de COVMN et l'industrie contribue le plus aux émissions de SO_2 (**figure 19**, annexe 1).

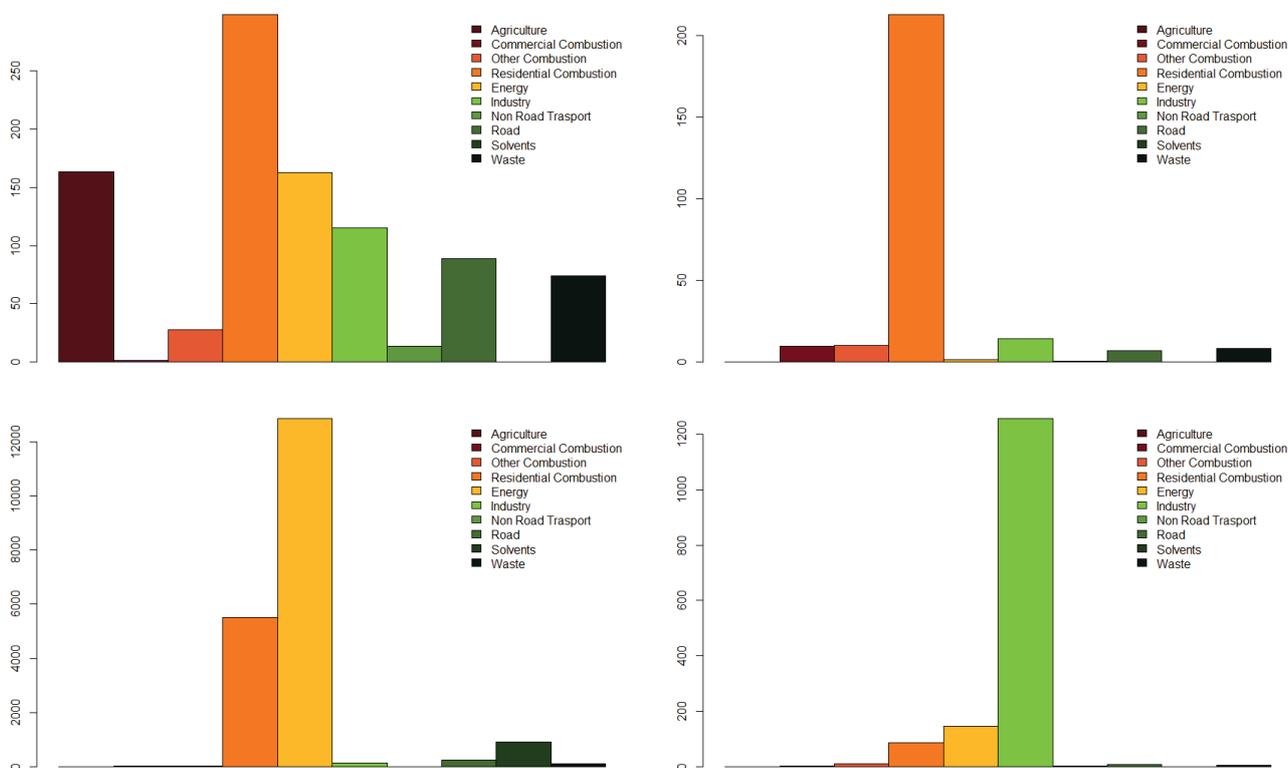


Figure 19. Contributions sectorielles aux émissions de NO_x , BC, NMVOC et SO_2 dans l'inventaire des émissions CEDS-GBD_MAPS pour l'année 2017 dans les pays d'Afrique de l'Est (McDuffie et al 2020)

Autonomiser les communautés africaines grâce à des solutions solaires

Au Malawi, un pays du sud-est de l'Afrique où seulement 10 % de la population est raccordée au réseau électrique, nous trouvons un récit axé sur changement. Un groupe connu sous le nom de "Solar Mamas" est à l'origine de la transformation de ce paysage énergétique. Ces femmes malawites déterminées ont suivi une formation à l'installation et à la réparation de l'énergie solaire. Leurs efforts ont permis d'éclairer 200 foyers dans des villages autour de la capitale du Malawi, Lilongwe, apportant ainsi à ces communautés la lumière dont elles avaient tant besoin. En particulier, les écoles sont désormais bien éclairées, ce qui permet aux élèves d'assister aux cours tôt le matin et le soir. En outre, les compétences acquises par les Solar Mamas sont devenues une source de revenus, puisqu'elles sont rémunérées pour l'installation et la réparation d'équipements solaires.

Bien qu'aucune de ces femmes n'ait reçu d'éducation traditionnelle, elles ont été sélectionnées par l'organisation caritative Voluntary Service Overseas (VSO) pour suivre une formation en Inde afin de devenir ingénieures solaires grâce à une initiative remarquable du Barefoot College International à Tilonia, dans l'État indien du Rajasthan. Leur parcours illustre comment la connaissance, l'autonomisation et les solutions énergétiques durables sont les catalyseurs d'un changement positif en Afrique et au-delà.

RÉFÉRENCES :

VoA News, Adresse Web, consulté le 15 octobre 2023

VSO Ireland, Adresse web, consulté le 15 octobre 2023

Crédit photo : VSO Ireland at vso.ie





Crédit photo : Kobani.org

Éclairer le Burundi : L'électrification rurale à l'énergie solaire de Kobani

La dure réalité est qu'en 2021, environ 43 % de la population africaine, soit quelque 600 millions de personnes, n'avaient pas accès à l'électricité. Rien qu'en Afrique subsaharienne, 590 millions de personnes vivaient sans électricité, selon l'Agence internationale de l'énergie. Face à ces défis, l'énergie solaire apparaît comme une solution prometteuse sur laquelle les communautés africaines peuvent compter.

Kobani, une société de services dans le domaine des énergies renouvelables, s'est donné pour mission d'électrifier les zones rurales du Burundi à une échelle qui garantisse la viabilité économique. En collaborant étroitement avec le ministère de l'énergie du gouvernement burundais, les communautés locales et les institutions financières, Kobani utilise des solutions de mise en œuvre éprouvées et en constante évolution. Cette approche garantit que l'accès à l'électricité se fait à un coût inférieur à celui des sous-stations traditionnelles, ce qui le rend à la fois abordable et fiable.

Kobani exécute actuellement un projet pilote à Giharo, dans la province de Rutana, dans le cadre d'un plan de coopérative énergétique communautaire. Cette initiative utilise une technologie solaire photovoltaïque de 14,4 kWc associée à des batteries Cegasa LFP de 27 kWh et à des onduleurs SMA. Kobani démontre que l'accès à l'énergie ne doit pas être prohibitif.

RÉFÉRENCES :

Kaboni, adresse web, consulté le 15 octobre 2023

Africa Energy Outlook 2022, Adresse web, consulté le 15 octobre 2023

Afrique centrale

République centrafricaine, Tchad, Cameroun, Congo, République démocratique du Congo, Guinée équatoriale et Gabon

Selon l'évaluation de l'indice de qualité de l'air, la réduction permanente des concentrations de $PM_{2,5}$ du niveau de 2021 à la ligne directrice de l'OMS de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aurait pu améliorer l'espérance de vie de 2,9 ans en République démocratique du Congo, de 2 ans en République centrafricaine et de seulement 0,6 an au Tchad (Greenstone et Hasenkopf 2023, **figure 3**).

Les estimations de la mortalité prématurée liée aux $PM_{2,5}$, en particulier aux $PM_{2,5}$ provenant de combustibles fossiles, et à d'autres polluants atmosphériques provenant de combustibles fossiles indiquent toutes que le taux de mortalité le plus élevé dans cette région se situe en République démocratique du Congo ou au Tchad (Leliveld 2019, McDuffie et al 2021, Vohra et al 2021, Farrow et al 2020 **Figure 4** et **figures A1-A2** de l'annexe).

Les pays à forte et à faible population peuvent être comparés sur la base des taux de mortalité pour 1 000 habitants. Des taux de mortalité relativement élevés sont prévus en République centrafricaine (**figure 5**).

Des taux de mortalité relativement élevés sont prévus en République centrafricaine.

En Afrique centrale, le secteur qui contribue le plus aux émissions de NO_x , de COVNM et de BC dans la base de données CEDS est la combustion résidentielle. L'industrie contribue le plus aux émissions de SO_2 (**figure 20**, annexe 1). La mauvaise qualité de l'air dans cette région a été attribuée à la combustion des déchets, à l'exploitation minière et aux pratiques industrielles telles que le traitement des minerais et la fabrication de ciment (Greenstone et Hasenkopf 2023).

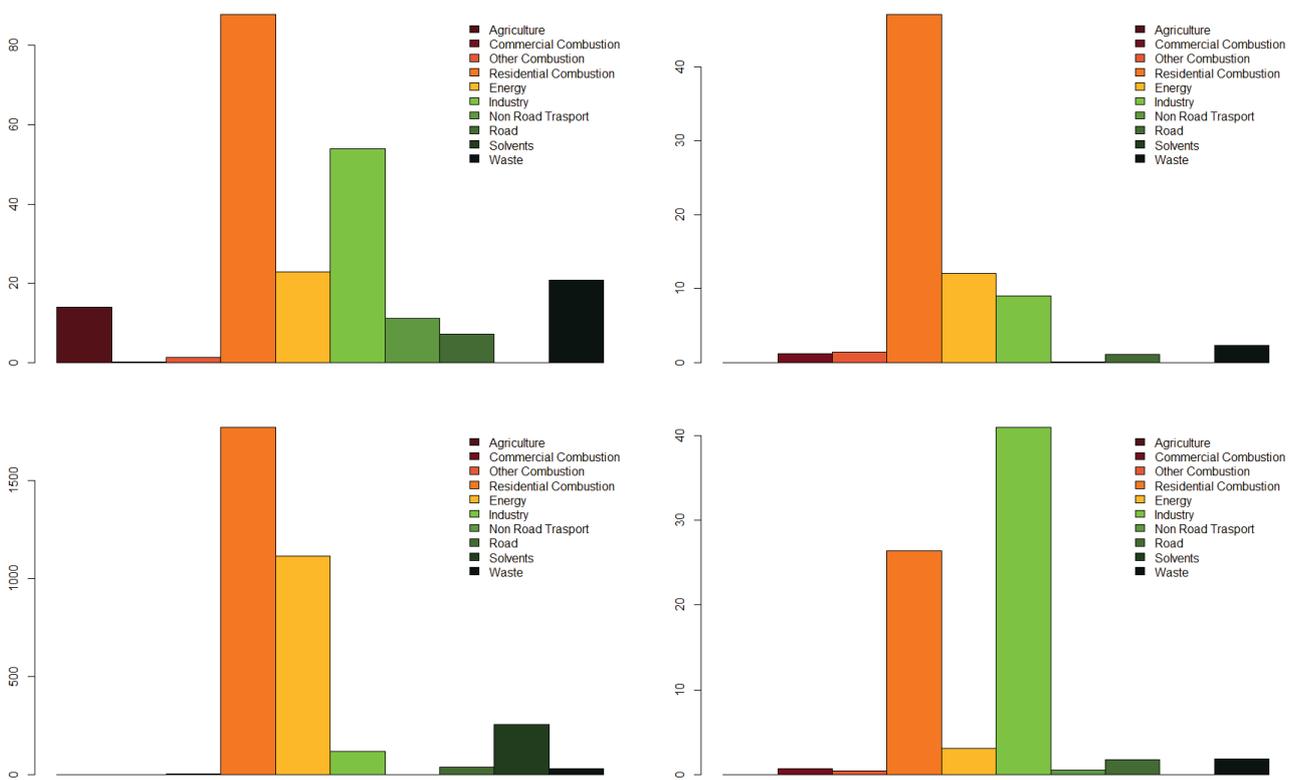


Figure 20. Contributions sectorielles aux émissions de NO_x, BC, NMVOC et SO₂ dans l'inventaire des émissions CEDS-GBD_MAPS pour l'année 2017 dans les pays d'Afrique centrale (McDuffie et al. 2020)

Afrique australe

Angola, Botswana, Lesotho, Namibie, Afrique du Sud et Eswatini

Selon l'évaluation de l'indice de qualité de l'air, la réduction permanente des concentrations de PM_{2,5} du niveau de 2021 à la ligne directrice de l'OMS de 5 µg/m³ aurait pu améliorer l'espérance de vie de 1,8 an au Lesotho, de 1,6 an en Afrique du Sud et de 0,7 an en Namibie (Greenstone et Hasenkopf, 2023, **figure 3**).

Les estimations de la mortalité prématurée liée aux PM_{2,5}, en particulier aux PM_{2,5} provenant de combustibles fossiles, et à d'autres polluants atmosphériques provenant de combustibles fossiles indiquent toutes que le taux de mortalité le plus élevé dans cette région se trouve en Afrique du Sud (Leliveld 2019, McDuffie et al 2021, Vohra et al 2021, Farrow et al 2020 **Figure 4** et **figures A1-A2** de l'annexe). Les pays à forte et à faible population peuvent être comparés sur la base des taux de mortalité pour 1 000 habitants. Des taux de mortalité relativement élevés sont prévus en Afrique du Sud, au Lesotho et en Eswatini (**figure 5**).

In Southern Africa the sector contributing most to NO_x, NMVOC and SO₂ emissions in the CEDS database is the energy sector. Coal constituted over 70% of total energy supply in South Africa in 2020 (IEA 2022). Residential combustion contributes most BC emissions (Figure 21, Appendix 1). These pollutants contribute to PM_{2,5} formation. At the national level, South Africa and Eswatini both have very large contributions to PM_{2,5} relating to coal (McDuffie et al 2021, Appendix 1). Waste burning, both in residences and at dumps, is an important factor contributing to BC emissions in South Africa, alongside emissions from industry, energy, traffic and flaring (Keita et al 2021).

La plupart de ces impacts et facteurs de pollution atmosphérique sont liés à la région du Highveld en Afrique du Sud, connue pour ses activités industrielles, ses exploitations minières et ses centrales électriques au charbon. Par conséquent, l'Afrique du Sud est le pays qui émet la plus grande quantité de SO₂, avec environ 62 % des émissions totales de SO₂ en Afrique (Keita et al 2021).

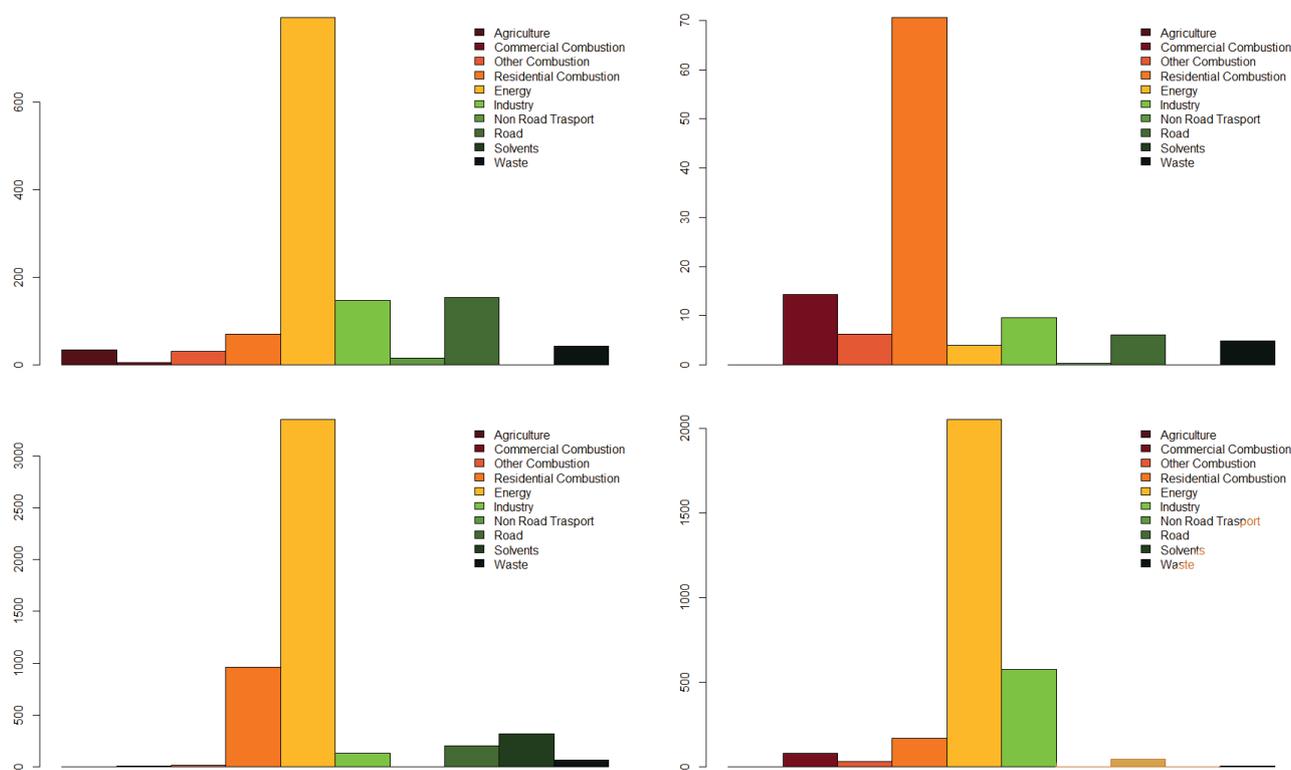


Figure 21. Contributions sectorielles aux émissions de NO_x, BC, NMVOC et SO₂ dans l'inventaire des émissions CEDS-GBD_MAPS pour l'année 2017 dans les pays d'Afrique australe (McDuffie et al 2020)

CONCLUSIONS

Ce rapport met en évidence les principales sources de pollution atmosphérique et les plus grands émetteurs de polluants atmosphériques en Afrique. Ces émissions polluantes ont de graves répercussions sur la santé et l'environnement. Le rapport appelle à une action collective urgente à tous les niveaux pour résoudre ce problème.

L'exposition à la pollution atmosphérique en Afrique est associée à un impact considérable sur la santé publique et contribue largement aux décès prématurés. Le rapport a identifié les principaux pollueurs ponctuels, notamment les centrales électriques à combustibles fossiles, les fonderies et les infrastructures de production de pétrole et de gaz. Il souligne la nécessité de disposer d'énergies propres et renouvelables, de ne plus dépendre des combustibles fossiles et de la combustion pour produire de l'énergie et de mieux réglementer la qualité de l'air et les émissions. Ces mesures sont essentielles au bien-être des populations vivant en Afrique et à la réduction des injustices environnementales.

Le rapport a étudié les observations par satellite afin d'identifier les principaux points chauds d'émission de NO_2 et de SO_2 en Afrique. Il a analysé les bases de données mondiales et régionales sur les émissions afin de replacer ces points chauds

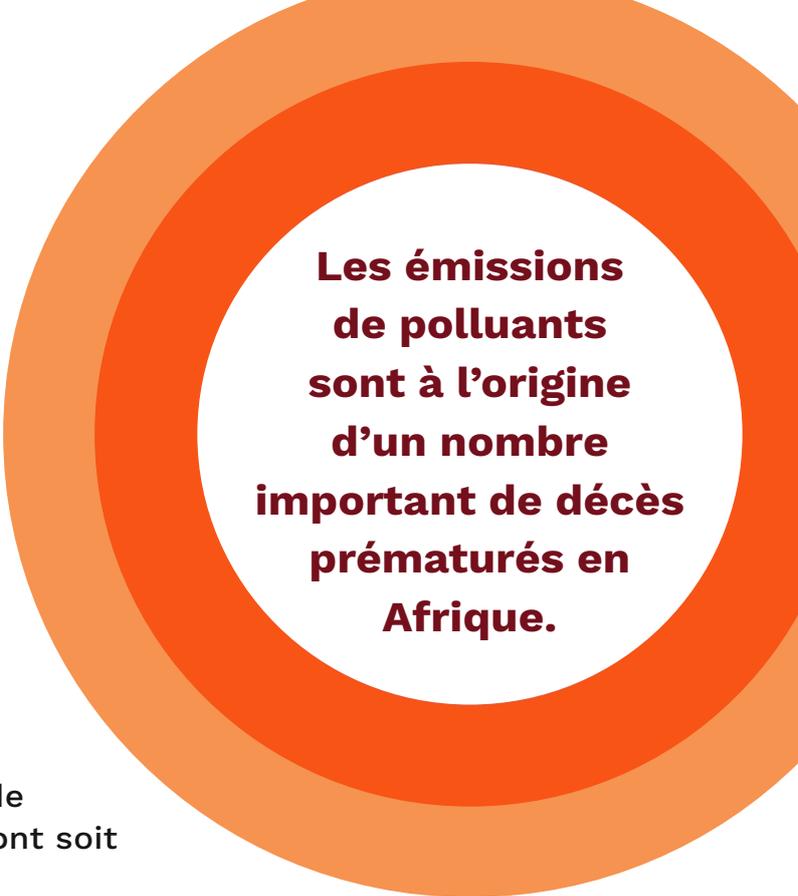
dans leur contexte et de suggérer quels secteurs et industries sont les plus polluants dans les différentes régions d'Afrique. Tous les polluants étudiés peuvent être nocifs, mais ils contribuent également à la pollution par les particules, qui est particulièrement importante pour les effets sur la santé.

Les émissions de polluants étudiées se produisent souvent là où il y a de graves lacunes dans la collecte et la disponibilité des données sur la pollution de l'air et souvent dans des pays où la législation sur la pollution de l'air et les normes de qualité de l'air sont soit absentes, soit inadéquates.

Les émissions de polluants sont à l'origine d'un nombre important de décès prématurés en Afrique. L'Égypte, le Nigeria et l'Afrique du Sud présentent régulièrement une charge de morbidité importante. C'est dans ces pays que la mortalité liée à la pollution de l'air par les combustibles fossiles est la plus élevée.

Les observations par satellite révèlent les plus grandes sources ponctuelles de pollution en Afrique. Entre mai 2018 et novembre 2021, sur les dix plus grandes sources ponctuelles de NOx au niveau mondial, les cinq premières sont des centrales électriques en Afrique du Sud. Quatre d'entre elles appartiennent à Eskom, la plus grande entreprise de production d'électricité de l'État, et une à Sasol. Parmi les dix principaux points chauds d'émission de SO₂ en Afrique identifiés par la NASA entre 2005 et 2021, quatre se trouvent en Afrique du Sud, deux en Égypte, deux au Maroc, et le Mali et le Zimbabwe ont chacun un point chaud. Les points chauds d'Afrique du Sud sont suffisamment importants pour se classer parmi les 50 premières sources anthropiques au niveau mondial.

L'analyse des inventaires d'émissions mondiaux et régionaux suggère que les émissions de polluants atmosphériques, y compris le BC, les NOx, le CO, le SO₂ et les COVNM, ont augmenté dans toute l'Afrique au cours des dernières décennies. L'Afrique australe et l'Afrique du Nord apparaissent comme les régions africaines les plus émettrices de SO₂ et de NOx. Ces régions abritent des sources industrielles et des centrales électriques importantes par rapport aux autres régions africaines. En Afrique de l'Ouest et de l'Est, les émissions dues au trafic et aux ménages sont des secteurs importants. L'Afrique du Sud, le Nigeria et les pays d'Afrique du Nord sont d'importants émetteurs de NOx, provenant en grande partie de l'industrie



**Les émissions
de polluants
sont à l'origine
d'un nombre
important de décès
prématurés en
Afrique.**

des combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz). Les émissions de SO₂ sont principalement dominées par les centrales électriques d'Afrique du Sud.

Ce rapport a mis en évidence les principales sources et les principaux émetteurs de pollution atmosphérique. Il présente également des études de cas illustrant la manière dont les communautés luttent activement contre la pollution atmosphérique par divers moyens tels que les actions en justice, les nouvelles technologies et les efforts collectifs des communautés. Malgré les défis, un changement durable est possible grâce à l'utilisation appropriée de la technologie, à la responsabilisation des gouvernements et à l'engagement actif des communautés.

La pollution de l'air extérieur en Afrique devrait s'aggraver si des mesures ne sont pas prises rapidement. La croissance économique, la croissance démographique, l'urbanisation anarchique et l'absence de réglementation environnementale pourraient exacerber les incidences sur l'environnement et la santé humaine. Les réglementations environnementales, notamment en matière de qualité de l'air et d'émissions, ainsi qu'un meilleur accès à des énergies propres et renouvelables, contribueraient à réduire les inégalités et à améliorer le bien-être des populations africaines.



Sur la base de cette analyse, nous recommandons aux gouvernements et aux législateurs de prendre les mesures suivantes pour lutter contre les émissions de polluants atmosphériques provenant des principaux pollueurs en Afrique :

1

Tous les pays africains devraient promulguer des lois globales pour la gestion de la qualité de l'air ambiant et établir des normes nationales de qualité de l'air dans le but de parvenir à une amélioration continue et à une qualité de l'air alignée sur les lignes directrices scientifiques de l'OMS.

2

Accélérer la mise en place de réseaux de surveillance de la qualité de l'air et renforcer les réseaux existants afin d'améliorer les estimations de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique nocive. Les communautés les plus vulnérables devraient être prioritaires. Ces réseaux doivent permettre un accès transparent et rapide aux données, avec des données exprimées en unités physiques non ambiguës, dans des lieux connus, avec une bonne résolution temporelle et un accès public direct en ligne.

3

Outre les données gratuites et publiques sur la qualité de l'air, des mesures doivent être prises pour surveiller et déclarer les émissions de polluants atmosphériques. Les secteurs et les installations industrielles responsables d'importantes émissions de polluants atmosphériques doivent être tenus de déclarer leurs émissions. Des Registres des rejets et transferts de polluants (RRTP) accessibles au public et vérifiés de manière indépendante doivent être établis afin que les progrès en matière de réduction des émissions puissent être suivis et que les pollueurs puissent être tenus pour responsables.

4

La pollution de l'air à l'intérieur des habitations et dans les ménages est étroitement associée à des effets négatifs sur la santé, souvent dus à un accès limité à des énergies propres et renouvelables pour la cuisson des aliments. Des actions politiques plus fortes sont nécessaires pour permettre aux familles dans le besoin d'accéder à des combustibles propres. Les gouvernements devraient promouvoir des solutions de cuisson propres, renouvelables et abordables grâce à des politiques fondées sur des données probantes qui évitent les combustibles fossiles et solides, répondent aux besoins locaux, culturels, sociaux, sexospécifiques et sont soutenues par des fonds adéquats.

5

La combustion du charbon pour la production d'électricité et l'utilisation de combustibles de mauvaise qualité sont étroitement liées aux principales sources d'émissions de polluants atmosphériques mentionnées dans le présent rapport.

La puanteur n'est plus. L'action communautaire triomphe de la pollution de l'air à Syokimau (Kenya)

Syokimau est un quartier à revenus moyens du comté de Machakos, près de la capitale du Kenya, Nairobi. La communauté s'est retrouvée aux prises avec de nombreuses usines, dont une aciérie, une usine de fabrication de ciment et une usine d'asphalte, qui émettaient d'épaisses fumées dans l'air.

La situation était désastreuse. De nombreux habitants ont dû fermer leurs fenêtres et empêcher leurs enfants de jouer dehors par crainte de tomber malades.

Malgré les premières plaintes déposées auprès des autorités et les tentatives infructueuses auprès du Tribunal national de l'environnement, les habitants ont trouvé un allié de poids en la personne de Code for Africa. En 2019, l'organisation a fourni des capteurs peu coûteux pour aider à enquêter sur l'ampleur de la pollution. Les données collectées ont été mises à la disposition de tous sur un site web public, déclenchant une vague de sensibilisation

Les habitants ont lancé une campagne stratégique sur les médias sociaux, partageant des données en temps réel provenant des capteurs et étiquetant diverses autorités, ce qui a attiré l'attention des dirigeants qui avaient auparavant ignoré leurs appels.

Les médias ont amplifié la voix de la campagne en relatant la lutte des habitants contre la pollution de l'air. En conséquence, les responsables de l'environnement ont finalement été incités à agir. Ils ont procédé à des inspections des usines, se sont engagés avec les membres de la communauté et ont ordonné la fermeture de l'aciérie jusqu'à ce que des filtres à air efficaces soient installés.

L'impact a été tangible. Les capteurs ont enregistré des niveaux de pollution nettement inférieurs, marquant une victoire pour la communauté. Les odeurs nauséabondes et les fumées lourdes, autrefois persistantes, ont disparu, et le nombre d'enfants souffrant d'infections thoraciques a commencé à diminuer.

RÉFÉRENCES :

BBC, Adresse web, consulté le 15 octobre 2023

Banque mondiale, Adresse web, consulté le 15 octobre 2023

Citizen TV Kenya, Adresse web Youtube, consulté le 26 octobre 2023

Des mesures urgentes doivent être prises pour réduire la dépendance à l'égard du charbon, du pétrole et du gaz et opérer une transition équitable vers les énergies renouvelables, ce qui est bénéfique à la fois pour les populations et pour le climat. Pendant la transition vers un système entièrement renouvelable, des mesures urgentes sont nécessaires pour garantir que la qualité des carburants utilisés en Afrique réponde aux meilleures normes environnementales internationales, notamment en ce qui concerne la teneur en soufre.

6

La région de Mpumalanga, en Afrique du Sud, se distingue au niveau mondial par ses émissions de polluants atmosphériques. Le gouvernement sud-africain doit mettre en œuvre de toute urgence et sans réserve le plan de gestion de la qualité de l'air de la zone prioritaire du Highveld, en confirmant le jugement de la Haute Cour de Pretoria sur le "litige de l'air mortel". Les dérogations liées aux réglementations déjà peu contraignantes en matière de pollution atmosphérique dans cette région ne devraient pas être envisagées, et les centrales électriques au charbon arrivant en fin de vie devraient être mises hors service.

7

Les infrastructures de pétrole et de gaz fossiles et la production d'électricité sont liées à d'importantes émissions de polluants atmosphériques. Ces processus sont souvent liés à des compagnies pétrolières et gazières internationales. Des mesures urgentes doivent être prises pour mettre fin à la production de pétrole et de gaz, au torchage et à l'utilisation de combustibles fossiles pour la production d'énergie, et pour parvenir à des émissions nettes nulles d'ici à 2050.

8

L'incinération et la mauvaise gestion des déchets sont étroitement liées aux émissions de polluants atmosphériques dans de nombreuses régions d'Afrique. Des mesures plus énergiques sont nécessaires pour réduire la production de déchets, interdire l'incinération des déchets, mettre fin au colonialisme des déchets et permettre l'accès à des moyens efficaces de gestion des déchets.

9

Pour les gouvernements nationaux africains, en collaboration avec la communauté internationale et le Nord : investir dans des projets énergétiques durables et respectueux du climat tout en éliminant progressivement les industries à fortes émissions et nuisibles à l'environnement qui ont un impact négatif sur la santé publique et le climat.

GLOSSAIRE

Polluant atmosphérique

Substance indésirable présente dans l'air sous la forme d'une particule solide, d'une gouttelette liquide ou d'un gaz. La substance peut être dangereuse, nocive pour la santé humaine si elle est inhalée ou dommageable pour l'environnement. Les $PM_{2,5}$; les NO_x et le SO_2 en sont des exemples marquants.

Ligne directrice sur la qualité de l'air

Une ligne directrice pour la concentration de polluants, émise par l'OMS. Les concentrations de polluants supérieures à la valeur indicative sont considérées comme nocives pour la santé humaine. Selon l'OMS, il n'existe pas de niveau sûr de pollution particulaire, ce qui signifie que toute réduction de la pollution aura des effets bénéfiques sur la santé publique. Les effets nocifs des polluants gazeux ont été démontrés pour des niveaux de pollution inférieurs à ces lignes directrices.

Noir de Carbone

Le noir de carbone désigne les particules de suie émises par les processus de combustion, notamment des combustibles fossiles.

CIPREL

Compagnie Ivoirienne de Production d'Électricité.

DU

Les unités Dobson décrivent la quantité d'un gaz à l'état de trace dans toute l'épaisseur de l'atmosphère au-dessus d'un point donné. Il imagine que tous les gaz à l'état de traces au-dessus de ce point se trouvent dans une couche située juste au-dessus du sol à température et pression normales. L'épaisseur de la couche peut être utilisée pour décrire l'abondance du gaz par incréments de 0,01 millimètre.

Limite d'émission

La concentration d'émission maximale autorisée (ou parfois le taux d'émission) pour une station spécifique. Elle peut être prescrite par les normes nationales, les conditions du permis environnemental (qui peuvent être basées sur les normes nationales mais peuvent aussi être plus ou moins strictes) ou toute autre réglementation légale.

Taux d'émission

Quantité de polluant émise par unité de temps par une centrale électrique spécifique (par exemple 100 kg/heure). Dans certains cas, cette quantité est utilisée à la place de la concentration d'émissions pour mesurer le degré de pollution de la centrale au charbon.

Dépassement

Période pendant laquelle la concentration d'un polluant atmosphérique est supérieure à la ligne directrice appropriée en matière de qualité de l'air. A ne pas confondre avec : excès de pollution

Combustibles fossiles

Terme général désignant les combustibles hydrocarbonés, notamment le pétrole, le gaz et le charbon, d'origines géologiques et issues de la décomposition de restes fossilisés de plantes et d'animaux. Les combustibles fossiles contribuent au changement climatique et à la pollution de l'air lorsqu'ils sont utilisés.

Gaz fossile

Également appelé "gaz naturel" ou "gaz méthane". Il s'agit d'un type de combustible fossile composé d'un mélange d'hydrocarbures, principalement du méthane.

COVNM

Composé Organique Volatil Non Méthanique. Composés contenant du carbone qui s'évaporent facilement, à l'exclusion du méthane. Certains COVNM sont des cancérigènes connus.

NO

Monoxyde d'azote. Il s'agit d'un gaz à l'état de trace produit dans tous les processus de combustion. Il se transforme en NO₂.

Synonyme : oxyde nitrique

NO₂

Dioxyde d'azote. Gaz à l'état de trace produit dans tous les processus de combustion. Il se transforme en NO. La quantité de NO₂ dans l'atmosphère est couramment utilisée comme indicateur pour évaluer l'impact sur la santé de l'ensemble du groupe des NOx.

NOx

Oxydes d'azote. Terme générique désignant le NO et le NO₂, un groupe de gaz à l'état de traces qui sont nocifs pour la santé humaine.

OCGT

(Open-Cycle Gas Turbine) Turbine à gaz à cycle ouvert. Type de centrale électrique au gaz qui utilise la combustion du gaz pour alimenter les turbines, sans récupérer la chaleur résiduelle. Cette technologie est donc moins efficace que les modèles qui utilisent la chaleur résiduelle pour le chauffage ou la production d'électricité supplémentaire.

Les PM_{2,5}

Particules fines. Particules solides dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 2,5 µm (c'est-à-dire de petites particules de poussière). Elles sont si petites qu'elles peuvent passer des poumons à la circulation sanguine, affectant l'ensemble du système cardiovasculaire et provoquant toute une série d'effets sur la santé. En raison de leur petite taille, les particules restent longtemps en suspension dans l'air et peuvent parcourir des centaines, voire des milliers de kilomètres. La combustion de combustibles fossiles émet des PM_{2,5} directement, sous forme de cendres volantes et d'autres particules non brûlées, et contribue indirectement aux PM_{2,5} par le biais des émissions de gaz polluants (en particulier le SO₂ et le NOx) qui forment des PM_{2,5} dans l'atmosphère. Les PM_{2,5} sont nocives pour la santé humaine et constituent donc un polluant atmosphérique.

RRTP

Registre des rejets et transferts de polluants. Base de données des substances chimiques ou polluants potentiellement dangereux rejetés dans l'air, l'eau et le sol et transférés hors site pour traitement ou élimination par des sites industriels et d'autres sources.

SO₂

Dioxyde de soufre. Le dioxyde de soufre est un gaz à l'état de trace produit par le traitement industriel de matériaux contenant du soufre, notamment la combustion du charbon dans les centrales électriques et le traitement de certains minerais. Les sources humaines de SO₂ dépassent de loin toutes les sources naturelles, même si l'on tient compte de l'activité volcanique. Le dioxyde de soufre réagit avec d'autres substances pour former des composés nocifs, tels que l'acide sulfurique (H₂SO₄), l'acide sulfureux (H₂SO₃) et les particules de sulfate. Il est donc à l'origine des pluies acides et de la pollution par les particules (→ PM_{2,5}).

Colonialisme des déchets

Il y a colonialisme des déchets lorsque les déchets et la pollution contribuent à la domination d'un groupe sur son territoire par un autre groupe. Le terme décrit généralement le mouvement transfrontalier de déchets depuis des zones privilégiées et riches vers des zones au statut économique et à l'influence moindre.

OMS

Organisation Mondiale de la Santé

µg

Microgramme. Un millionième de gramme. (Environ la masse des antennes d'une fourmi)



RÉFÉRENCES

Amann, M., Bertok, I., Borken-Kleefeld, J., Cofala, J., Heyes, C., Höglund-Isaksson, L., Klimont, Z., Nguyen, B., Posch, M., Rafaj, P., Sandler, R., Schöpp, W., Wagner, F., Winiwarter, W.; Cost-effective control of air quality and greenhouse gases in Europe: Modeling and policy applications.(2011) *Environmental Modelling and Software*, 26 (12), pp. 1489-1501., DOI: 10.1016/j.envsoft.2011.07.012.

Anejionu, O.C., Whyatt, J.D., Blackburn, G.A. and Price, C.S., 2015. Contributions of gas flaring to a global air pollution hotspot: Spatial and temporal variations, impacts and alleviation. *Atmospheric Environment*, 118, pp.184-193.

Assamoi, E.M. and Liousse, C., 2010. A new inventory for two-wheel vehicle emissions in West Africa for 2002. *Atmospheric Environment*, 44(32), pp. 3985-3996.

Beirle, S., Borger, C., Jost, A. and Wagner, T., 2023. Improved catalog of NO_x point source emissions (version 2). *Earth System Science Data*, 15(7), pp.3051-3073.

Cairo Electricity Production Company. 2023. <https://www.cairoepc.com/sek.html#> [Accessed 20/09/2023]

Chappell, A., Webb, N.P., Hennen, M., Schepanski, K., Ciais, P., Balkanski, Y., Zender, C.S., Tegen, I., Zeng, Z., Tong, D. and Baker, B., 2023. Satellites reveal Earth's seasonally shifting dust emission sources. *Science of the Total Environment*, 883, p.163452.

Ciprel. 2023. <https://www.ciprel.ci/> [Accessed 20/09/2023]

Crippa, M., Guizzardi, D., Butler, T., Keating, T., Wu, R., Kaminski, J., Kuenen, J., Kurokawa, J., Chatani, S., Morikawa, T. and Pouliot, G., 2023. The HTAP_v3 emission mosaic: merging regional and global monthly emissions (2000–2018) to support air quality modelling and policies. *Earth system science data*, 15(6), pp.2667-2694.

Larsen, S. and Otto Hagen, L. 1996. AIR POLLUTION MONITORING IN EUROPE - PROBLEMS AND TRENDS. European Topic Centre on Air Quality <https://www.eea.europa.eu/publications/92-9167-058-8/page004.html> [Accessed 09/09/2023]

Eskom. 2023. Eskom Holdings SOC Ltd, Coal fired power stations. <https://www.eskom.co.za/eskom-divisions/gx/coal-fired-power-stations/> [Accessed 20/09/2023]

European Commission, Joint Research Centre (EC-JRC)/Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL). Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR), release EDGAR v6.1_AP (1970 - 2018) of May 2022. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/dataset_ap61

Faridi, S., Yousefian, F., Roostaei, V., Harrison, R.M., Azimi, F., Niazi, S., Naddafi, K., Momeniha, F., Malkawi, M., Moh'd Safi, H.A. and Rad, M.K., 2022. Source apportionment, identification and characterization, and emission inventory of ambient particulate matter in 22 Eastern Mediterranean Region countries: A systematic review and recommendations for good practice. *Environmental Pollution*, p.119889.

Faridi, S., Krzyzanowski, M., Cohen, A.J., Malkawi, M., Moh'd Safi, H.A., Yousefian, F., Azimi, F., Naddafi, K., Momeniha, F., Niazi, S. and Amini, H., 2023. Ambient air quality standards and policies in eastern mediterranean countries: a review. *International Journal of Public Health*, 68, p.1605352.

Farrow, A., Miller, K.A. and Myllyvirta, L. 2020. Toxic air: The price of fossil fuels. Seoul: Greenpeace Southeast Asia. February 2020. Greenpeace Research Laboratories Technical Report (Review) 02-2020: 44 pp

Farrow, A. 2021. Evaluation of Air Pollution Monitoring in Bogotá, Colombia. Greenpeace Research Laboratories Technical Report GRL-TR-01-2021.2, April 2021. <https://www.greenpeace.to/greenpeace/?p=3933> [Accessed 18/09/2023]

Fioletov, V.E., McLinden, C.A., Griffin, D., Abboud, I., Krotkov, N., Leonard, P.J., Li, C., Joiner, J., Theys, N. and Carn, S., 2023. Version 2 of the global catalogue of large anthropogenic and volcanic SO₂ sources and emissions derived from satellite measurements. *Earth System Science Data*, 15(1), pp.75-93.

Global Coal Plant Tracker, Global Energy Monitor, July 2023 release. <https://globalenergymonitor.org/projects/global-coal-plant-tracker/download-data/> [Accessed 18/09/2023]

Global Energy Monitor 2023. https://www.gem.wiki/Main_Page [Accessed 20/09/2023]

Greenstone, M. and Hasenkopf, C. 2023. Annual Update. Air Quality Life Index.

HEI (Health Effects Institute). 2022. The State of Air Quality and Health Impacts in Africa. A Report from the State of Global Air Initiative. Boston, MA:Health Effects Institute.

Hoesly, R.M., Smith, S.J., Feng, L., Klimont, Z., Janssens-Maenhout, G., Pitkanen, T., Seibert, J.J., Vu, L., Andres, R.J., Bolt, R.M. and Bond, T.C., 2018. Historical (1750–2014) anthropogenic emissions of reactive gases and aerosols from the Community Emissions Data System (CEDS). *Geoscientific Model Development*, 11(1), pp.369-408.

IEA (2019) World Energy Balances, www.iea.org/statistics, All rights reserved, as modified by Joint Research Centre, European Commission.

IEA (2022) World Energy Balances, www.iea.org/statistics, All rights reserved, as modified by Joint Research Centre, European Commission.

IQAir. 2023. World Air Quality Report. <https://www.iqair.com/gb/world-air-quality-ranking>

Keita, S., Liousse, C., Assamoi, E.M., Doumbia, T., N'Datchoh, E.T., Gnamien, S., Elguindi, N., Granier, C. and Yoboué, V., 2021. African anthropogenic emissions inventory for gases and particles from 1990 to 2015. *Earth System Science Data*, 13(7), pp.3691-3705.

- Lelieveld, J., Klingmüller, K., Pozzer, A., Burnett, R.T., Haines, A. and Ramanathan, V., 2019. Effects of fossil fuel and total anthropogenic emission removal on public health and climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(15), pp.7192-7197.
- Lin J., Du M., Chen L., Feng K., Liu Y., Martin R.V., et al. 2019. Carbon and health implications of trade restrictions. *Nature Commun* 10:4947.
- Martin, R.V., Brauer, M., van Donkelaar, A., Shaddick, G., Narain, U. and Dey, S., 2019. No one knows which city has the highest concentration of fine particulate matter. *Atmospheric Environment: X*, 3, p.100040.
- McDuffie, Erin, Smith, Steven, O'Rourke, Patrick, Tibrewal, Kushal, Venkataraman, Chandra, Marais, Eloise, Zheng, Bo, Crippa, Monica, Brauer, Michael, & Martin, Randall. 2020. CEDS_GBD-MAPS: Global Anthropogenic Emission Inventory of NO_x, SO₂, CO, NH₃, NMVOCs, BC, and OC from 1970-2017 (2020_v1.0) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3754964>
- McDuffie, E., Martin, R., Yin, H. and Brauer, M., 2021. Global burden of disease from major air pollution sources (GBD MAPS): a global approach. *Research Reports: Health Effects Institute*, 2021.
- Meng J., Martin R.V., Li C., van Donkelaar A., Tzompa-Sosa Z.A., Yue X., et al. 2019. Source contributions to ambient fine particulate matter for Canada. *Environ Sci Technol* 53:pp.10269–10278.
- Misonne, D. and Eloise, S., 2021. *Regulating Air Quality: the First Global Assessment of Air Pollution Legislation* (No. USL-B-Université Saint-Louis).
- Moroccan Ministry of Environment, Mines, and Sustainable Energy: Étude pour la mise en place de systèmes de modélisation de la dispersion des polluants atmosphériques PHASE 3 : Actualisation de l'inventaire des émissions atmosphériques et réalisation de la modélisation de la dispersion des polluants atmosphériques, Ville de Marrakech (2018)
- Murray, C.J., Aravkin, A.Y., Zheng, P., Abbafati, C., Abbas, K.M., Abbasi-Kangevari, M., Abd-Allah, F., Abdelalim, A., Abdollahi, M., Abdollahpour, I. and Abegaz, K.H., 2020. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), pp.1223-1249. Data available at: <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/#>
- Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable (ONEE). 2014. <http://www.one.org.ma/> [Accessed 20/09/2023]
- Okedere, O.B., Elehinafe, F.B., Oyelami, S. and Ayeni, A.O., 2021. Drivers of anthropogenic air emissions in Nigeria-A review. *Heliyon*, 7(3).
- Resolute 2023. <https://www.rml.com.au/assets/syama-mali/> [Accessed 20/09/2023].
- Saidi, L., Valari, M. and Ouarzazi, J., 2023. Air quality modeling in the city of Marrakech, Morocco using a local anthropogenic emission inventory. *Atmospheric Environment*, 293, p.119445.
- Sasol. 2023. <https://www.sasol.com/about-sasol/regional-operating-hubs/southern-africa-operations/secunda-synfuels-operations>. [Accessed 20/09/2023]
- Sawant, V., Hagerbaumer, C., Rosales, C. M. F., Isied, M. and Biggs, R., 2022. 2022 Open Air Quality Data: The Global Landscape. *OpenAQ*, Washington, D.C.
- Son, M., Anhäuser, A., Savalingam, N., Farrow, A., & Myllyvirta, L. A Deadly Double Standard. How Japan's financing of highly polluting overseas coal plants endangers public health. Seoul: Greenpeace Southeast Asia. 52 pp. Aug 2019.

Sonibare, J.A., 2010. Air pollution implications of Nigeria's present strategy on improved electricity generation. *Energy Policy*, 38(10), pp.5783-5789.

TAQA Morocco. 2022. <https://www.taqamorocco.ma/fr/activite/centrale-thermique> [Accessed 20/09/2023]

UN, United Nations Division for Sustainable Development Goals Department of Economic and Social Affairs. 2018. Accelerating sdg 7 achievement policy brief 02 achieving universal access to clean and modern cooking fuels, technologies and services. 7 Affordable and clean energy. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/17465PB2.pdf> [Accessed 06/11/2023]

UNEP, United Nations Environment Programme. 2022. Integrated Assessment of Air Pollution and Climate Change for Sustainable Development in Africa: Summary for Decision Makers. Nairobi.

UNEP, United Nations Environment Programme. 2023. Global Diesel Fuel Sulphur Levels June 2023 <https://www.unep.org/explore-topics/transport/what-we-do/partnership-clean-fuels-and-vehicles/sulphur-campaign>

U.S. Environmental Protection Agency. 2019. Integrated Science Assessment (ISA) for Particulate Matter (Final Report, Dec 2019), EPA/600/R-19/188. Washington, DC:U.S. EPA. Available: <https://cfpub.epa.gov/ncea/isa/recordisplay.cfm?deid=347534>

van Geffen, J. H. G. M., Eskes, H. J., Boersma, K. F., Maasakkers, J. D., and Veefkind, J. P.: TROPOMI ATBD of the total and tropospheric NO₂ data products, S5PKNMI-L2-0005-RP, Royal Netherlands Meteorological Institute, <https://sentinel.esa.int/documents/247904/2476257/Sentinel-5P-TROPOMI-ATBD-NO2-data-products> (last access: 27 June 2023), 2019.

van Geffen, J., Eskes, H., Compernelle, S., Pinardi, G., Verhoelst, T., Lambert, J.-C., Sneep, M., ter Linden, M., Ludewig, A., Boersma, K. F., and Veefkind, J. P.: Sentinel-5P TROPOMI NO₂ retrieval: impact of version v2.2 improvements and comparisons with OMI and ground-based data, *Atmos. Meas. Tech.*, 15, 2037– 2060, <https://doi.org/10.5194/amt-15-2037-2022>, 2022.

Vohra, K., Vodonos, A., Schwartz, J., Marais, E.A., Sulprizio, M.P. and Mickley, L.J., 2021. Global mortality from outdoor fine particle pollution generated by fossil fuel combustion: Results from GEOS-Chem. *Environmental Research*, 195, p.110754.

World Bank. 2022. 2022 Global Gas Flaring Tracker Report. <https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction/publication/2022-global-gas-flaring-tracker-report> [Accessed 26 August 2023]

WHO (World Health Organization). 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution — REVIHAAP project: final technical report. Available: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-healthaspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>

WHO (World Health Organization). 2021. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

WHO (World Health Organization). 2023a. WHO ambient air quality database, 2022 update : status report. Geneva : World Health Organization. Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

WHO (World Health Organization). 2023b. WHO ambient air quality database, 2023 update : Version 6 Geneva : World Health Organization.

ANNEXE 1. DONNÉES PAR PAYS

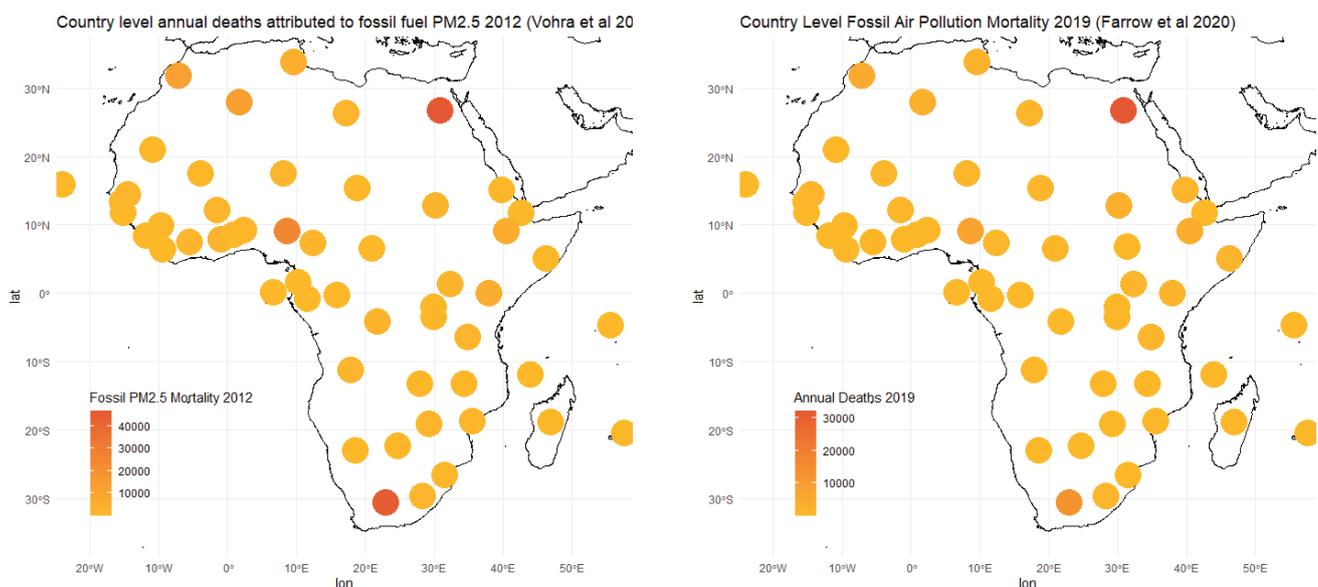


Figure A1: Estimation de la mortalité au niveau national attribuable à la pollution par les PM_{2,5} provenant de combustibles fossiles en 2012, utilisant des fonctions de réponse à la concentration mises à jour (en haut) (Vohra et al 2021) et en 2019 utilisant une méthodologie plus conservatrice (en bas) (Farrow et al 2020). Les deux identifient les pays où les particules issues des combustibles fossiles causent le plus grand nombre de décès prématurés.

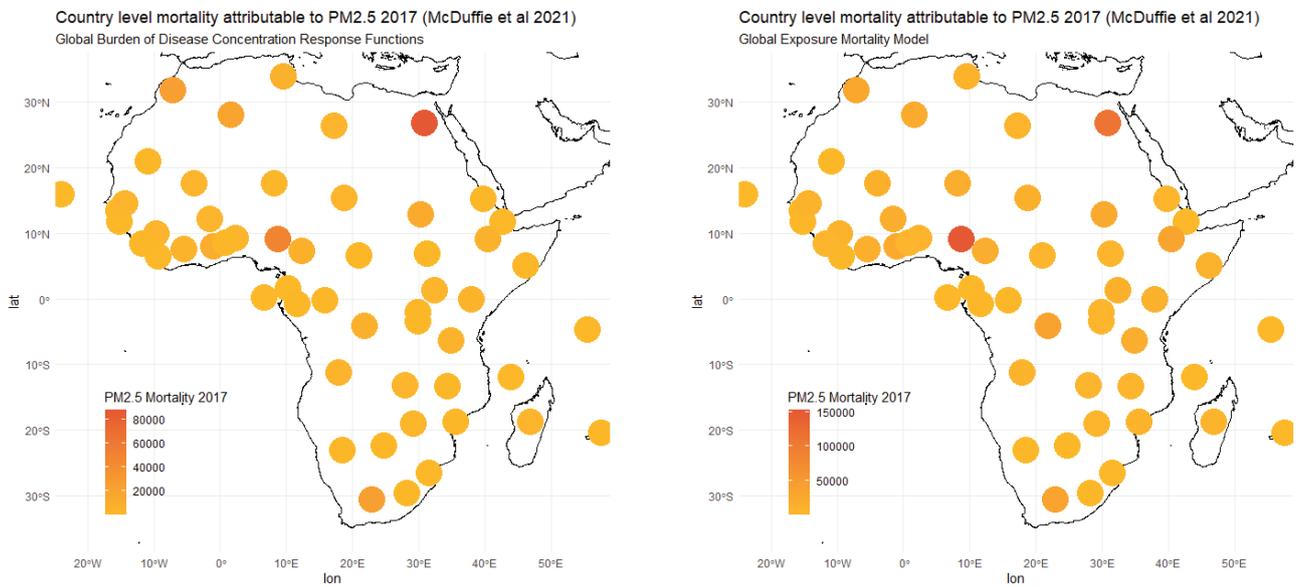


Figure A2: Estimation de la mortalité au niveau national attribuable à la pollution atmosphérique par les $PM_{2,5}$ en 2017 (McDuffie et al., 2021), calculée à l'aide des fonctions de réponse à la concentration du Global Burden of Disease (GBD) (en haut) et des fonctions du Global Exposure Mortality Model (GEMM) (en bas). Le GEMM inclut des données d'observation plus récentes ainsi que des données sur le diabète de type 2, les naissances prématurées et les petits poids de naissance. Le GBD s'appuie en partie sur des données relatives à la pollution atmosphérique domestique et à l'exposition au tabagisme passif, tandis que le GEMM ne comprend que des études sur les $PM_{2,5}$ ambiantes.

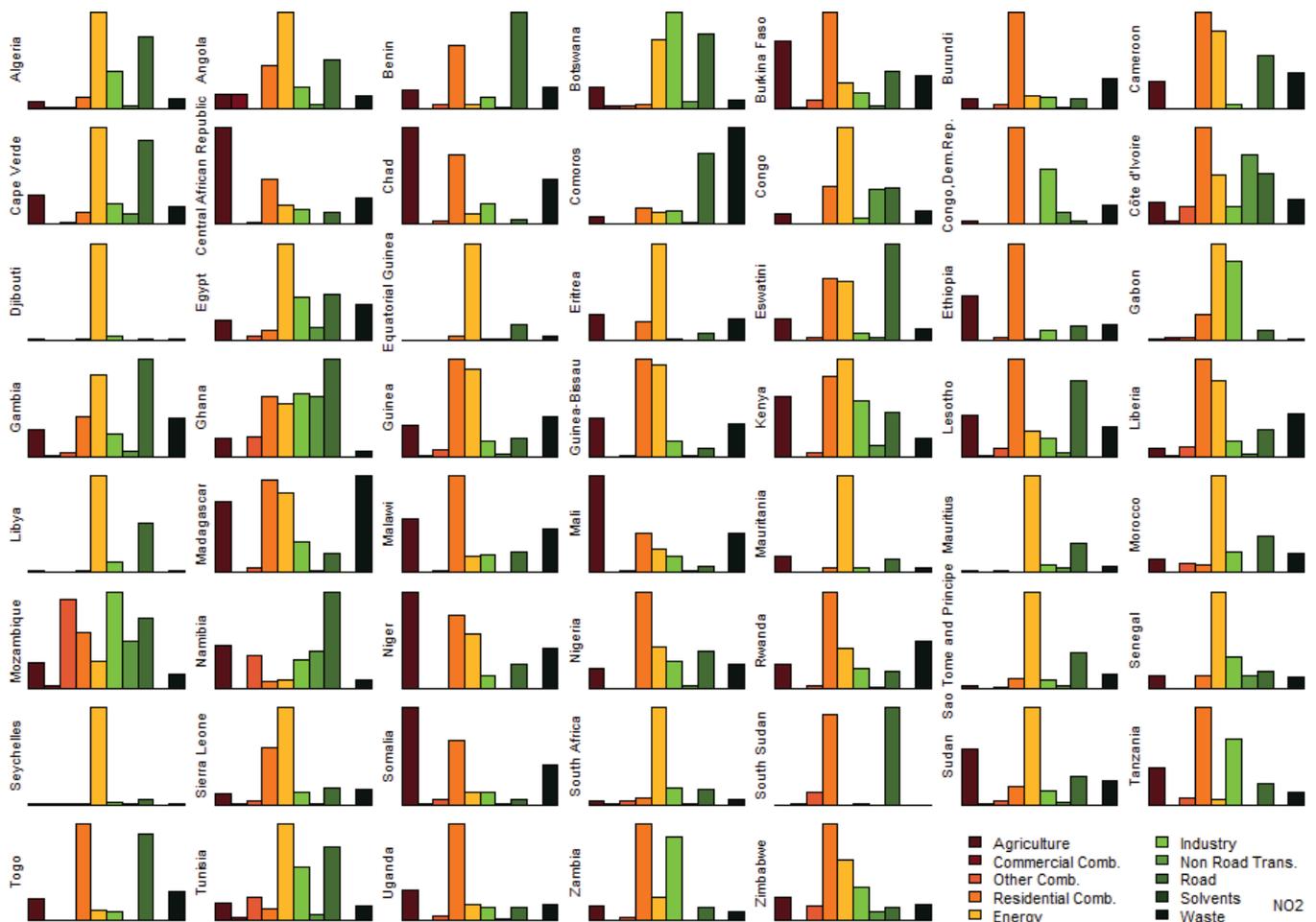


Figure A3. Contribution relative des secteurs sources aux émissions de NO_2 par pays dans l'inventaire CEDS_GBD-MAPS (McDuffie et al 2020)

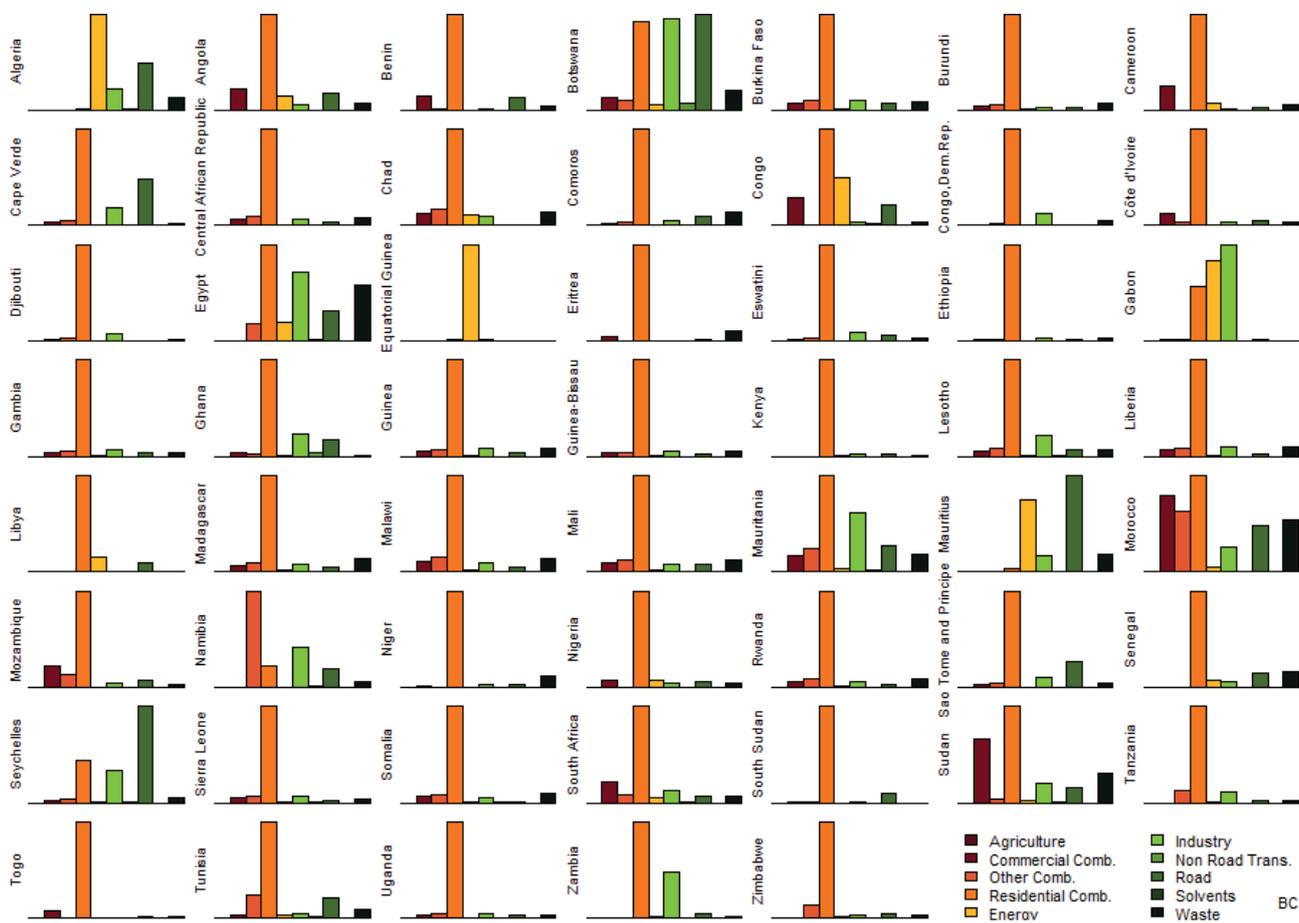


Figure A4. Contribution relative des secteurs sources aux émissions de CO par pays dans l'inventaire CEDS_GBD-MAPS (McDuffie et al 2020)

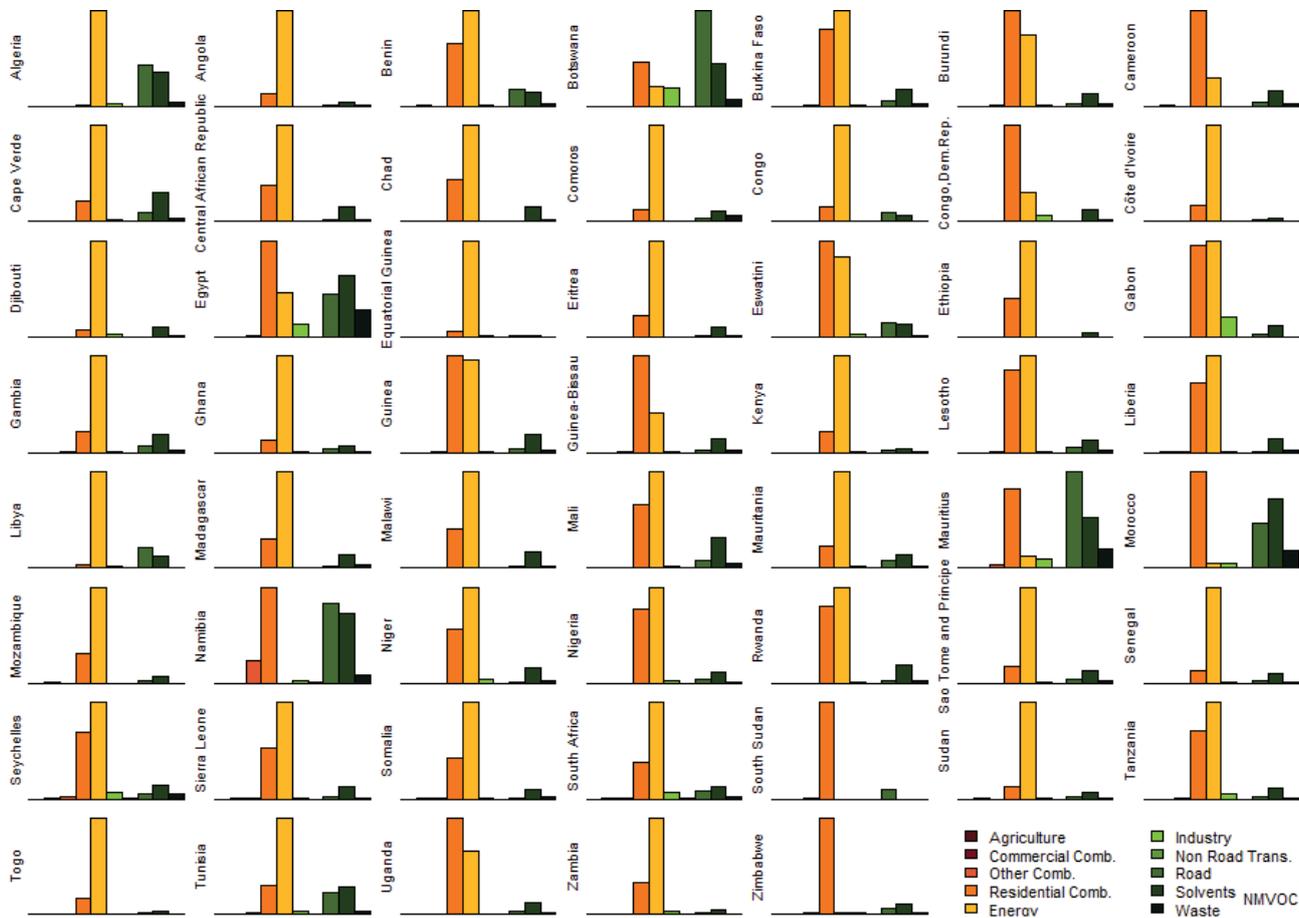


Figure A5. Contribution relative des secteurs sources aux émissions de composés organiques volatils non méthaniques par pays dans l'inventaire CEDS_GBD-MAPS (McDuffie et al 2020)

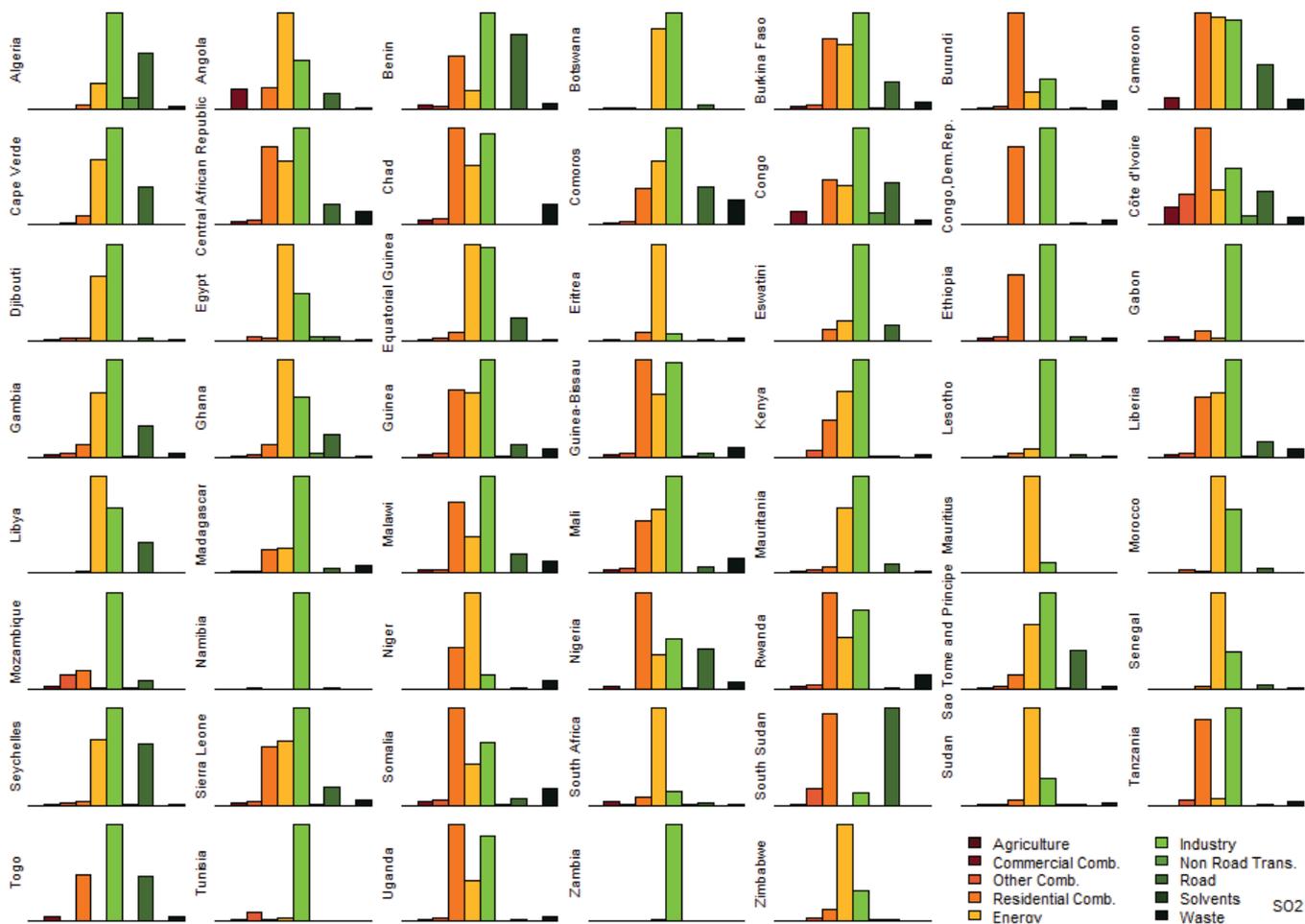


Figure A6. Contribution relative des secteurs sources aux émissions de SO₂ par pays dans l'inventaire CEDS_GBD-MAPS (McDuffie et al 2020)

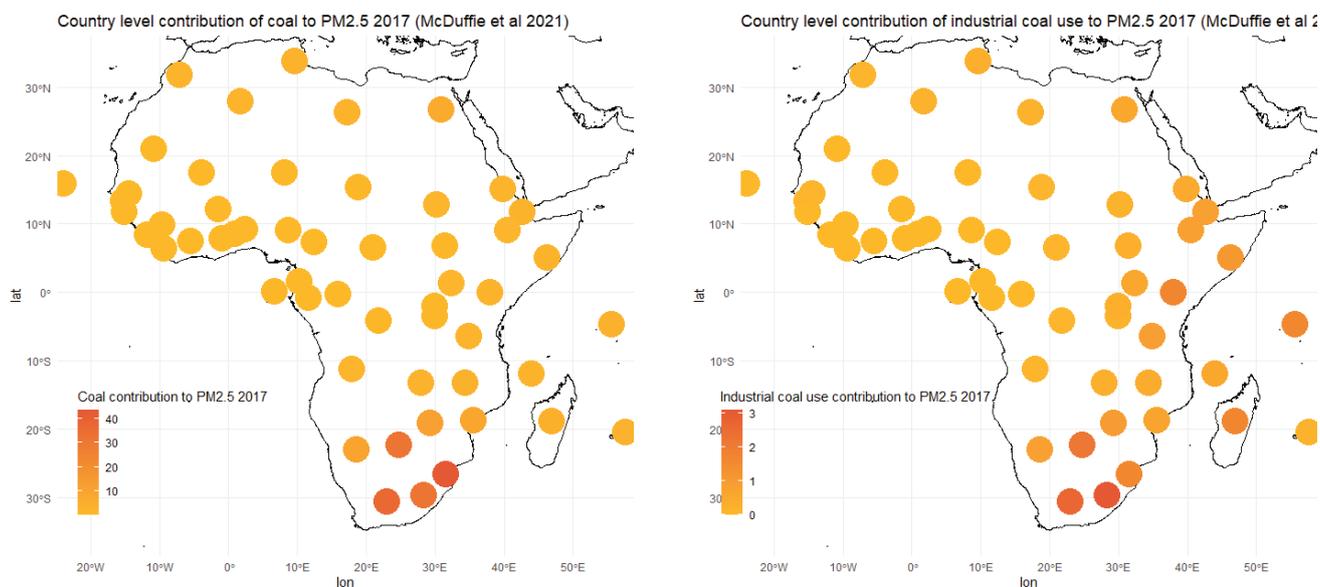


Figure A7. Contribution des secteurs sources aux concentrations de PM_{2,5} par pays en 2017, pour l'ensemble de l'utilisation du charbon et l'utilisation du charbon industriel (McDuffie et al 2021)

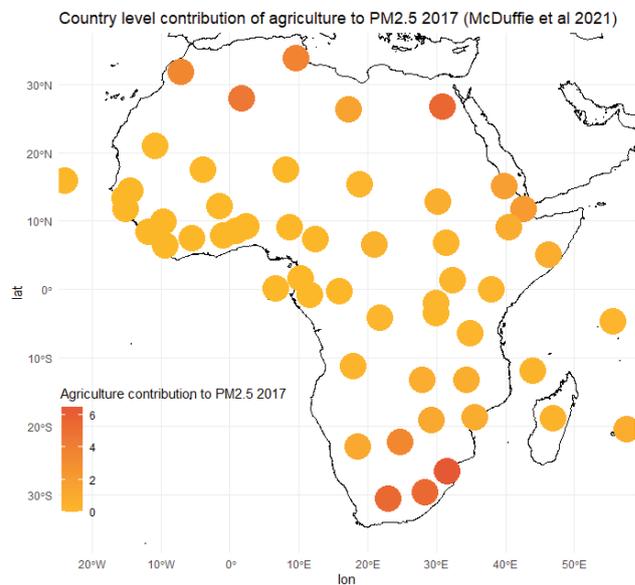
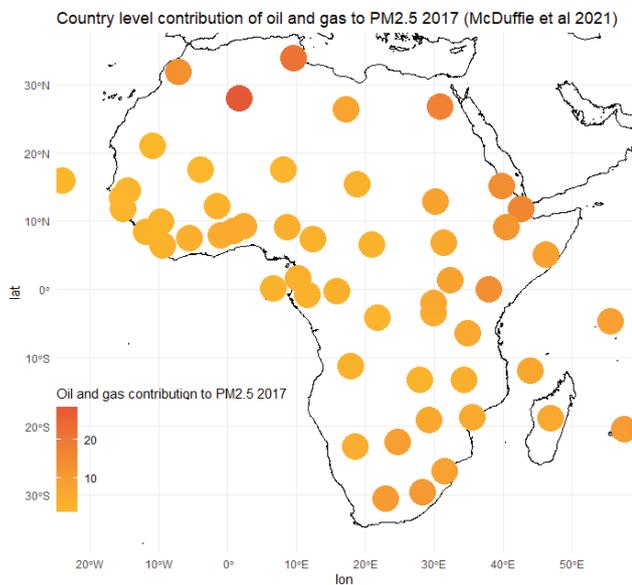


Figure A8. Contribution des secteurs sources aux concentrations de PM_{2,5} par pays en 2017, pour le pétrole et le gaz, et l'agriculture (McDuffie et al 2021)

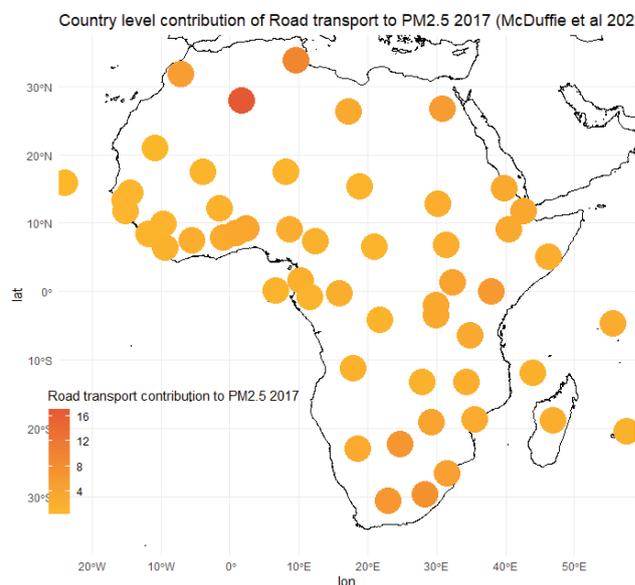
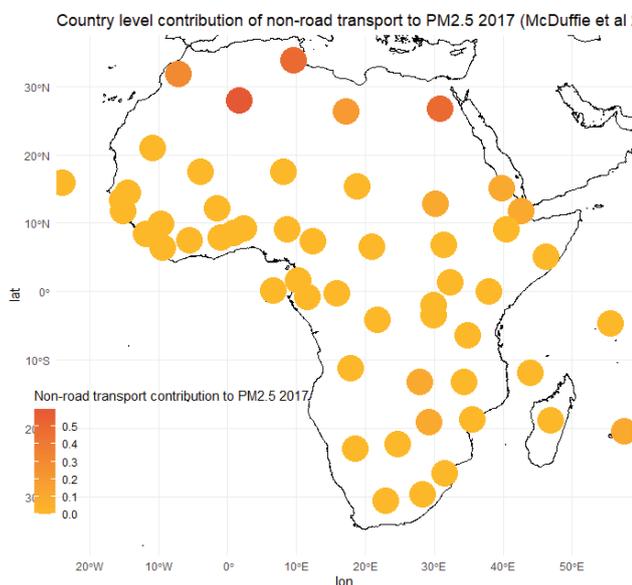


Figure A9. Contribution des secteurs sources aux concentrations de PM_{2,5} par pays en 2017, pour le transport non routier et le transport routier (McDuffie et al 2021)

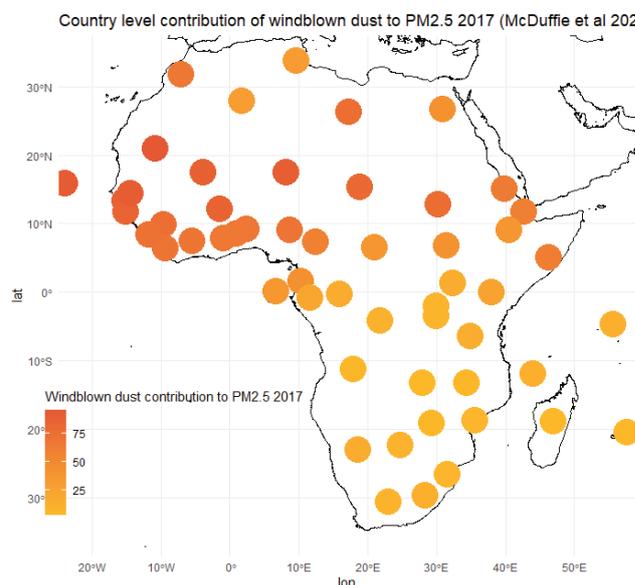
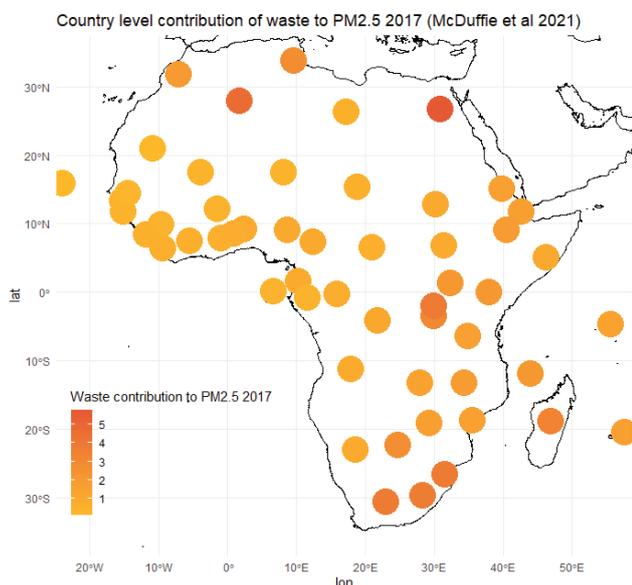


Figure A10. Contribution des secteurs sources aux concentrations de PM_{2,5} par pays en 2017, pour les déchets et les poussières éoliennes (McDuffie et al 2021)



POLLUTION DE L'AIR EN AFRIQUE: LES PRINCIPAUX COUPABLES DÉMASQUÉS

GREENPEACE